

శాస్త్ర పరిశోధనలు



రచన :

కొడవటిగంటి కుటుంబరావు



ప్రచురణ

విశాలాంధ్ర ప్రచురణాలయం,

విజయవాడ-2

ప్రచురణ సం. 199.

ప్రచురణ సం. 1999 సం. '56.

వేరి : 0—10—0

స్వతంత్ర ఆర్థిక ప్రింటర్స్,
విజయవాడ-2.

విషయ సూచిక



విద్యుచ్ఛక్తి పుట్టిపూర్వోత్తరాలు	...	5
కాంతి	...	33
పదార్థము - కాంతి	...	46
దూరము - కాలము	...	59

విద్యుచ్ఛక్తి - దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

త్రిధునిక శక్తి సాధనాలలో అతి ముఖ్యమైనదని చెప్పదగినది విద్యుచ్ఛక్తి. ఇప్పుడిప్పుడే మానవుడి అడుపులోకి వస్తున్న వర మాణిక్య శక్తి విద్యుచ్ఛక్తి కన్న ఎన్నో అద్భుతమైన ప్రయోజనాలు గలదైనప్పటికీ, దాన్ని శక్తి సాధనంగా ఉపయోగించాలంటే విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్పుకోక తప్పదు.

వర్ణవ్యవస్థకు స్వస్తి చెప్పి, పెట్టుబడిదారీ విధానంలో సంపదను సృష్టించి తీవ్ర పరిస్థితులకు గురి అయే పద్ధతులమీద విప్లవం జరిపి, సమిష్టి ప్రజాశక్తి మానికీ అనుగుణమైన రాజకీయ, సాంఘిక, ఆర్థిక వ్యవస్థ నిర్మాణంచేసుకోవటానికి పూనుకున్న ప్రజకు విద్యుచ్ఛక్తి ఎంత అమూల్యమైనదో గ్రహించినవాడు లెనిన్. 1917 లో జరిగిన విప్లవానికి ప్రజాశక్తులైన సామ్రాజ్యవాదులు శిచ్చిపెట్టిన బాలారిష్టాలు తొలగగానే - 1920 లో - లెనిన్ రష్యాలో విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తికిగాను సాహసోపేతమైన ప్రణాళిక వేశాడు. ఆ సమయంలో లెనిన్ తో సంభాషించిన బ్రిటిష్ మేధావి - రచయిత హెచ్. జి. వెల్స్, లెనిన్ ప్రణాళికను "ఎగటి కలలు"గా, అసాధ్యమైన అంచనాగా పరిగణించాడు.

ఇది జరిగి కిరే ఏళ్ళయింది. 1920 లో సోవియట్ యూనియన్ వినియోగించిన విద్యుచ్ఛక్తికి యీనాడు వినియోగించేది కిరీ4 రెట్లు. 1920 ఏడాది పొడుగునా ఉత్పత్తి అయినంత విద్యుచ్ఛక్తి ఇప్పుడు అక్కడ ఇంచుమించు ఒక్క రోజులో వుత్పత్తి అవుతుంది.

ఈ శతాబ్దమునీ గమయానికి దీనికి 60 మొదలు 90 రెట్లు విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తికావాలని సోవియట్ నాయకులు ఆశిస్తున్నారు!

అంటే, ప్రపంచంలో నావ్యవహారములు జరిపి, అచిర కాలంలో అగ్రశాస్త్రాన్ని అందుకున్న రష్యా తన అభివృద్ధికిగాను ఉపయోగించుకొని, పునరుద్ధారణ కోసాన్ని నాధనాలలో విద్యుచ్ఛక్తి ఒకటన్నమాట.

కాని మనము ముఖ్య కారణముగా మనము విద్యుచ్ఛక్తి సాధనంగా మానవుడి చేతికి అంది ఎంతోకాలం కాలేదు. విద్యుచ్ఛక్తి నాగరికత యొక్క వ్యాపించని ప్రాంతాలు ప్రాచ్యంలో చాలా పున్నాయి. ఈ ప్రాంతాలు పైకిరావటంలో విద్యుచ్ఛక్తి ఘనమైన పాత్ర నిర్వహించవలసి వుంది.

వీరి విమర్శలు ఈనాడు మనం శక్తి సాధనాలుగా వాడుకునే నూనె, బొగ్గు, ఆవిరిశక్తి మొదలైనవి ప్రకృతిలో ఉండినంత ప్రచ్ఛన్నంగా విద్యుచ్ఛక్తిలేదు. మెరుపుల రూపంలో, పిడుగుల రూపంలో అదికాలపు అడవిమనుషులుకూడా దీన్ని ఎరుగుదురు. అయినప్పటికీ మానవుడు ఈ శక్తిని పరిశోధించి దాన్ని హస్తగతం చేసుకుని, శక్తిసాధనంగా వినియోగపరచు కోవటానికి చాలాకాలం పట్టింది.

విద్యుత్తు అంటే మెరుపు. మెరుపులో ఉండే శక్తిని మనం విద్యుచ్ఛక్తి అంటున్నాం. పాశ్చాత్యుల శక్తికి పెట్టుకున్న పేరు "ఎలెక్ట్రిసిటీ". ఒకరకమైన బుక బిల్లిడికి గురిఅయి పసుపుపచ్చని గాజులాగా తయారవుతుంది. దీన్ని "ఆంబర్" అంటారు. ఈ పదార్థానికి గ్రీక్ భాషలో ఎలెక్ట్రాన్ అనిపేరు. మహాకవి షేక్స్పియర్ తీవ్రమైన కాలంలో బ్రిటనుకు రాణిగా ఉన్న ఎలిజబెత్ వద్ద వైద్యుడుగా పనిచేసిన విలియం గిల్బర్ట్ (1540-1603) విద్యుచ్ఛక్తి

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుష్కలమార్పిడి

“ఆంబర్”లో నుంచి ఉత్పత్తి కావటం గమనించి అమెరికన్ “ఎన్జీ” సీటీ” అని నామకరణం చేశాడు.

“ఆంబర్”ను తృణగ్రాహి అని పిలుస్తారు. దానికి ఈ పేరు రావటానికి, విద్యుచ్ఛక్తికి సంబంధం ఉంది. పూర్వకాలంలో సిరియా దేశంలో నూలువడికే చేతి కరుళ్ళకు తృణగ్రాహి బిళ్ళలు ఉపయోగించేవారు. ఆ దేశపు స్త్రీలు నూలువడకటానికి కడుళ్ళు కప్పేటప్పుడు ఈ తృణగ్రాహిబిళ్ళ వారి బట్టలకు రాచుకొని ఒక్కచిత్రమైన శక్తి ప్రదర్శించేది; కదురు కింద పెట్టగానే తేలికైన గడ్డిపరకలనూ, ధూళినీ అక్కరించేది !

తృణగ్రాహిగల ఈ శక్తిని ఆకాలపువారు అర్థమూ చేసుకోలేదు. పరిశోధించనూలేదు. ఆపని మొట్టమొదటిగా చేసినవాడు థియోఫ్రాస్టస్ అనే గ్రీక్ తత్వవేత్త. ఆయన క్రిస్తుపూర్వం మూడు శతాబ్దాలక్రితం జీవించినవాడు. తృణగ్రాహిని కుద్దితే దానిలో శక్తి పుట్టకొస్తుంది. అలాంటి గుణమేగల ఇతర పదార్థాలను గురించి ఆయన పరిశోధన చేశాడు. కాలక్రమేణా ఇటువంటి పదార్థాలు అనేకం కనిపెట్టబడ్డాయి.

ఒక గాజు పుడకను తీసుకుని సిల్కుగుడ్డతో రుద్దినట్లయితే ఆ గాజు పుడక చిన్న చిన్న కాగితం ముక్కలను తనవేపు లాక్కుంటుంది. సూడంటురాయి సూదులను ఈ విధంగానే లాగుతుంది. అయితే రెంటికీ తేడా వుంది. నూది సూడంటురాయిని కరుచుకుని బలవంతాన లాగితేగాని ఊడిరాదు. సిల్కుతో రుద్దిన గాజు కడ్డి దగ్గరికి కాగితంముక్కలాటి తేలికపదార్థం ఎగిరివచ్చి అంటుకుంటుంది కాని, కడ్డిని తాకిన మరుక్షణం దూరంగా పోతుంది. (దీనికి కారణం ముందు తెలుసుకుంటాం.)

లక్క, గంధకం, దంతం, సైంధవ లవణం, రత్నాలు, ఉన్ని మొదలైన అనేక పదార్థాలకు ఇలాటి శక్తి వున్నది. ఓటో ఫో

గ్వెర్నో అనే ఆయన గంధకానికి విద్యుచ్ఛక్తి కలిపించే శక్తి ఉన్నదని నిరూపించడమేగాక, మొట్టమొదటిసారిగా విద్యుత్కాంతి కూడా సృష్టించాడు. ఈయన గంధకం ఉండ బకటి పోతపోసి దాన్ని ఇరుసుకు పెట్టి గుండ్రగా శ్రిష్టతూ చెయ్యి ఆనించి రుద్దాడు. కొంత సేపటికి గంధకం ఉండి కాంతి వెదజల్లసాగింది.

చలిదేశాలలో శీతకాలంలో పిల్లని నిమిసినట్లయితే దాని బొచ్చునుంచి విద్యుచ్ఛక్తి పుట్టి బొచ్చు లేచి నిలబడటమేగాక, చేతికి పిల్లిగాచ్చుకూ మధ్య “స్పార్కు”లు (చిన్న మెరుపులు) కూడ వస్తాయి. చీకటిలో వీటిని సుళువుగ చూడవచ్చు!

18 వ శతాబ్దం ఆరంభంలో చనిపోయిన ఫ్రాన్సిస్ అనే ఆయన విద్యుచ్ఛక్తితో “స్పార్కు”లు తెప్పించటమేగాక, వాటికి, మెరుపుకూ, అది చేసే చప్పుడుకూ ఉరుముకూ పోలికలున్నాయని మొట్టమొదటగా కనిపెట్టాడు.

టీఫెన్ గ్రే అనే లండనునగరవాసి, విద్యుచ్ఛక్తిని ప్రసారం చేయగల పదార్థాలేవో, ప్రసారం చేయలేని పదార్థాలేవో వివరంగా పరిశోధించాడు. కొన్ని పదార్థారాలు మంచి “విద్యుద్వాహకాలు” (కండక్టర్లు), మరికొన్ని “విద్యుదవాహకాలు” (నాన్ కండక్టర్లు), ఇవి విద్యుచ్ఛక్తిని ప్రసారం జేయలేవు. ఈయన ఒక గాజగొట్టాన్ని రుద్ది అందులో విద్యుచ్ఛక్తి పుట్టించి దానిని ఒక దంతపు బంతిలోకి పంపించి, ఆబంతి చిన్న చిన్న వస్తువులను ఆకర్షిస్తుందని నిరూపించాడు. ఈయనే విద్యుచ్ఛక్తిని పురికొనగూడా 886 అడుగుల దూరం ప్రయాణం చేయించాడుకూడా!

విద్యుచ్ఛక్తితో కూడిన వస్తువుల మధ్య ఆకర్షణ, వికర్షణ కూడా ఉండటాన్ని కనిపెట్టినవాడు డ్యూఫీ అనే ఫ్రెంచి శాస్త్రవేత్త. విద్యుచ్ఛక్తితో కూడిన రెండు పట్టుదారాలుగాని, ఉన్న దారాలుగాని ఒకదాన్ని ఒకటి ఆకర్షించవు. కాని, విద్యుచ్ఛక్తిగల

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

ఉన్నిదారం దగ్గరికి విద్యుచ్ఛక్తిగల పట్టుదారాన్ని తీసుకువస్తే రెండూ కరుచుకుంటాయి !

ఇలాంటి ఆకర్షణ వికర్షణలు సూర్యులరాళ్ళలో వున్నాయి. వ్రతి సూర్యులరాళ్ళు ఒక ఉత్తర ధ్రువమూ, దక్షిణ ధ్రువమూ, ఉన్నాయి. ఉదాహరణకు ఒక అయస్కాంతాన్ని నడిమిమూస వుండే దారం కట్టి వేళ్ళాడగట్టా మనుకోండి. ఆ అయస్కాంతం ఉత్తర దక్షిణాలుగా వేళ్ళాడుతుంది (ఈ సూత్రంమీదనే విక్రూచి తయారు చేస్తారు). ఇప్పుడు మనం మరొక సూర్యులరాళ్ళుని తీసు కొని దాని ఉత్తరధ్రువాన్ని, వేళ్ళాడే అయస్కాంతం తాలూకు ఉత్తరధ్రువం దగ్గరికి తీసుకుపోయినట్లయితే, వేళ్ళాడే అయస్కాంతం గుండ్రంగా తిరిగి మన చేతిలో ఉండే అయస్కాంతానికి దూరంగా పోతుంది. ఇప్పుడు మనం మన చేతిలోఉన్న అయస్కాంతం ఉత్తర ధ్రువాన్ని వేళ్ళాడే అయస్కాంతం తాలూకు దక్షిణ ధ్రువం దగ్గరికి తీసుకుపోయినట్లయితే రెండు ధ్రువాలమధ్యా బలమైన ఆకర్షణ కనిపిస్తుంది.

కొందరు బిచ్చగాళ్ళు ఈ సూత్రంమీద సీతామ్మవారి పాతి వ్రత్యం వ్రదగ్గిస్తారు. బిచ్చగాడి దగ్గర ఒక భరిణ ఉంటుంది. ఆ భరిణలో సీతామ్మవారి తల ఉంటుంది. బిచ్చగాడు చేతిలో ఒకకడ్డి పట్టుకుంటాడు, ఆ కడ్డి ఒక చివర రాముడు తల, రెండో చివర రావణుడి తల ఉంటుంది. భరిణలోని సీతామ్మవారిదగ్గరికి రావణుడి తల తీసుకురాగానే ఆమె పెడమొహమవుతుంది. తిరిగి రాముడి తల తెస్తే సుముఖురాలవుతుంది. ఇది అయస్కాంతాలతో వ్రదగ్గించే మహత్తన మనం గులుపుగా ఊహించవచ్చు. రామ రావణుల తలలు ఒక అయస్కాంతం తాలూకు రెండు చివరలు. భరిణలో మరొక అయస్కాంతం అడ్డంగా పెట్టి ఉంటుంది. దాని మధ్యను సీత సిలువుగా ఏర్పాటు చేయబడుతుంది. బిచ్చగాడి చేతిలో ఉండే కడ్డి మనం

తీసేసుకుని రావఁబడి తలూ, రాముడి తలూ మార్చేసినట్టయితే సీత రావఁబడికి సుముఖురాలు కావటమూ, రాముడికి విముఖురాలు కావడమూ ప్రకటించవచ్చును.

సిమ్మర్ అనే పెద్దమనిషి అండరిలాగే ఒక జత మేజోళ్ళతో తృప్తపడక, ఒకదానిమీద ఒకటి వేసుకొనేవాడు. అడుగున ఉన్నవీ, వాటిమీద సిల్కువీ వేసుకొనేవాడు. ఒకసారి ఆయన పైన ఉన్న సిల్కు మేజోళ్ళు లాగుతూండగా, అది కింద ఉన్న ఉన్నిమేజోడుకు రాచుకుని రెంట్లోనూ విద్యుచ్ఛక్తి కలగటం గమనించాడు. విద్యుచ్ఛక్తితో కూడిఉన్న సిల్కుమేజోళ్ళూ, ఉన్నిమేజోళ్ళూ ఊడదీసిన తరువాతకూడా, లోపల అదృశ్యంగా కాలున్నట్లు, అలాగే నిలబడి ఉన్నాయి! సిల్కుమేజోడుకు ఉన్నిమేజోడు తగిలించాకగాని రెండూ కుప్పకూలేదు!

ఇటువంటి ప్రయోగాలద్వారా సిమ్మర్ ఒక ముఖ్యవిషయం గమనించాడు; విద్యుచ్ఛక్తిలో రెండు రకాలున్నాయి. ఒకటి ధన విద్యుత్తు, రెండవది రుణవిద్యుత్తు, రెంటికీ మధ్య ఆకర్షణ ఉంటుంది. అంతేగాక ధనవిద్యుత్తు ధనవిద్యుత్తునూ, రుణవిద్యుత్తు రుణవిద్యుత్తునూ ఆకర్షించవు. వాటి మధ్య వికర్షణమాత్రమే ఉంటుంది. రెండు వస్తువులను రుద్దినప్పుడు ఒకదానిలో ధనవిద్యుత్తు వుడితే, రెండోదానిలో రుణవిద్యుత్తు వుడుతుంది. అంతేకాదు, అలా వుట్టిన ధన, రుణవిద్యుత్తుల ప్రమాణం సమంగా ఉంటుంది. గాఢ చువ్వను సిల్కుతో రుద్దితే చువ్వలో ధనవిద్యుత్తూ, సిల్కులో రుణవిద్యుత్తూ వుడతాయి. లక్కను స్లాసర్తో రుద్దితే లక్కలో రుణవిద్యుత్తూ స్లాసర్లో ధనవిద్యుత్తూ వుడతాయి. రెండు సిల్కుపోగులలో ఒకే రకం విద్యుత్తు వుంటుంది. గనుక ఆ పోగులు కలవవు. సిల్కుతో రుణవిద్యుత్తూ, ఉన్నిలో ధనవిద్యుత్తూ ఉంటాయి గనుక అవి ఆకర్షించబడతాయి.

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుష్కలమార్పిడి ప్రకారము

సిల్కుతో రుద్దిన గాజు చువ్వను చిన్న చిన్న కాంతం ముక్కలలాంటి వాటిదగ్గరికి తీసుకుపోతే అవి ఎగిరి ఆ చువ్వను తాకుతాయి. అప్పుడు చువ్వలో వుండే ధన విద్యుత్తు కొంత ఆ పదార్థాలకు సంక్రమిస్తుంది. వెంటనే చువ్వలో వుండే ధనవిద్యుత్తుకూ, వాటికి సంక్రమించిన ధనవిద్యుత్తుకూ మధ్య వికర్షణ కలుగుతుంది. అవి దూరంగా పడి పోవటానికి ఇదే కారణం.

ఈ వికర్షణనూత్రం ఆధారంతో కొద్దిపాటి విద్యుచ్ఛక్తిని సయితం పసిగట్టటానికి ఒక లఘుయంత్రం ఒకటి ఉన్నది. ఒక గాజు బుడ్డికి బెండుబిరడా పెడతారు. బిరడాలో బెజ్జంపెట్టి అందులో నుంచి ఒక ఇత్తడిపుడక లోపలికి పోనిస్తారు. ఈ పుడక దిగువను రెండు బంగారు రేకు ముక్కలు తాపటం చేస్తారు. ఇత్తడి చువ్వ పైభాగాన ఒక ఇత్తడిబిల్ల అమర్చుతారు. ఒక గాజుచువ్వనుగాని, లక్కముక్కనుగాని రుద్ది అందులో విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తిచేసి, దానితో పైన ఉండే బిల్లను తాకితే విద్యుచ్ఛక్తి ఇత్తడి పుడక ద్వారా బంగారు రేకుముక్కలకు చేరుతుంది. రెంటిలోనూ ఒకే రకం విద్యుత్తు చేరుతుంది గనక ఆ ముక్కలమధ్య వికర్షణ కలిగి అది పక్కలకు వెళ్లి ఒకదానికొకటి ఎడం కావటానికి యత్నిస్తాయి. పై బిల్లను మనం చేస్తో తాకి విద్యుచ్ఛక్తిని లాగేసినాక అవి మళ్ళీ కిందికి వారి కలుసుకుంటాయి.

పిడుగులోని విద్యుత్తుకు గాలింపేసిన ప్రతిభావంతుడు

ఫ్రాంక్లిన్ కృషి

ఒక కొత్తకత్తి చేతికి అందినప్పుడు మనిషి దాన్ని ఏదో విధంగా ఉపయోగ పరచటానికి చూస్తాడు. అందుచేత విద్యుచ్ఛక్తిని ఉపయోగ పరచటానికి చాలా యత్నాలు జరిగాయి. గాజు గొట్టా

లను రుద్దే యంత్రాలు తయారుచేశాడు. ఇవి ఉత్పత్తిచేసే విద్యుచ్ఛక్తితో బలమైన “స్పార్క్”లు వచ్చేవి; వాటితో స్పిరిట్, మైనం మొదలైనవి అంటుకునేవి. విద్యుచ్ఛక్తివల్ల నిప్పుపుల్ల పాటి ప్రయోజనం కలిగింది.

ఒకవంక విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగపరచటానికి యత్నాలు జరుగుతూంటే, మరొకవంక దానిని ఏవిధంగానైనా నిలవజేయటానికి కూడా యత్నాలు జరిగాయి. గాజు కడ్డీని సిల్కులో రుద్దుతూ అందులో పుట్టిన విద్యుచ్ఛక్తి కొంతసేపు ఉంటుందని అదివరకే కనిపెట్టారు. కాని దానిని అవినయం పడినదాకా అలాగే నిలిపిఉంచడం ఎవరిచేతాకాలేదు. ఇది సాధించినవాడు ఒక డచ్చి శాస్త్రజ్ఞుడు.

ఈయన పోలండులో, లేడెన్ అనే నగరంలో ఉండేవాడు. ఈయనకూడా విద్యుచ్ఛక్తి ప్రయోగాలు చేస్తూండేవాడు. ఒకనాడు ఒక ప్రయోగం చేస్తూండగా చిన్న “ప్రమాదం” జరిగింది. ఈయన ఒక గాజు జాడీలో నీరుపోసి, విద్యుచ్ఛక్తిని రాగితీగె ద్వారా ఆ నీటిలోకి పంపకం చేయటానికి ప్రయత్నాలు చేశాడు. తరువాత కొంత సేవటికి ఆయన అసిస్టెంటు ఒకడు తీగెను తీయటానికి ముట్టుకొనే సరికి “షాక్” కొట్టింది! అంతసేపూ విద్యుచ్ఛక్తి జాడీలో పున్నదన్నమాట. అసిస్టెంటు దాన్ని “డిచ్చార్జి” చేసేశాడు!

ఈ “ప్రమాదం”ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి నిలవవుంచే సాధనం ఒకటి పుట్టింది. దాన్నే “లేడెన్ బాక్” అంటారు. (“బాక్” అంటే బాడీ అని అర్థం).

విద్యుత్ ప్రవాహ వేగం

ఈ “లేడెన్ బాక్”ను అభివృద్ధి చేసినవాడు సర్ విలియం వాట్సన్ (జననం 1715). ఈయన ఒకపేద వృత్తిపనివాడి కొడుకు. తన జీవితమంతా శాస్త్రానికి ధారపోసి ప్రసిద్ధ శాస్త్రవేత్త అయి

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పట్టుదాలో స్త్రీరాలు

నాడు. విద్యుచ్ఛక్తి నిలవజేసే జాడీకి లోపలా, వెలవలా తగరపు రేకులు అంటించి, దాని శక్తిని మోచుచున్నాడు. ఇలాంటి జాడీలు అనేకం ఒకదానితో ఒకటి కలిపి, వాటిలో నిలవ ఉన్న విద్యుచ్ఛక్తిని రాగతీగల ద్వారా రెండుమైళ్ళ దూరం తీసుకుపోయి అక్కడ తీగను పట్టుకున్న వాడికి “షాక్” తగిలేటట్లు చేశాడు.

ఈ ప్రయోగంలో సర్ విలియం వాట్సన్ మరొక సంగతి కూడా నిరూపించాడు. జాడీలనుండి విద్యుచ్ఛక్తిని విడుదలచేసిన క్షణంలోనే రెండుమైళ్ళ దూరములో నున్నవాడికి “షాక్” తగిలింది అంటే విద్యుచ్ఛక్తి రెండుమైళ్ళదూరం పోవటానికి క్షణం కూడా పట్టదన్నమాట. ఇందులో ఆశ్చర్యం ఏమీలేదు. ఎందుకంటే, కాంజిలాగే విద్యుచ్ఛక్తికూడా ఒక సెకండు కాలంలో 186 వేలమైళ్ళు వెళ్లుతుంది; భూమిని దాదాపు ఎనిమిదిసార్లు చుట్టి వస్తుంది! విద్యుచ్ఛక్తిగల ఈవేగం మనకు తెలిగ్రాఫ్ వగైరాలలో వినియోగపడుతున్నది.

సర్ విలియం వాట్సన్ విద్యుచ్ఛక్తితో ఇంకా అనేక విచిత్రమైన ప్రయోగాలు చేశాడు. మంచుగడ్డలకు విద్యుచ్ఛక్తి యిచ్చి వాటితో స్పిరిట్ను అంటించి మండించాడు. విద్యుచ్ఛక్తి గల నీటి బొట్టులతోకూడా ఈపని సాధించాడు. విద్యుచ్ఛక్తి ద్వారా “స్పార్క్” పుట్టించి దానితో ఫిరంగి పేల్చాడు.

బెంజమన్ ఫ్రాంక్లిన్ అఖండ కృషి

విద్యుచ్ఛక్తి ద్వారా అనేకమంది ఇంకా అనేక ఉపయోగాలు కనిపెడుతున్నారు. కాని విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క స్వభావం ఏమిటో కనిపెట్టినవారులేరు. ఈ పనిచేసిన మహానీయుడు బెంజమన్ ఫ్రాంక్లిన్ అనే అమెరికన్.

ఈయన 1706 లో బోంబే నగరంలో పుట్టాడు. ఈయన బడిలో చదివిన చదువు చాలా కొద్ది. స్వయంకృషిచే విద్యా వంతుడైనాడు. ఈయన అన్న గారికొక అచ్చాఫీసుండేది. అందులో చిన్నతనములోనే ఉద్యోగానికి చేరాడు. తరువాత ఇంస్టండు వెళ్ళి అచ్చునని నేర్చుకుని, అమెరికాకు తిరిగి వెళ్ళి ఫిలడెల్ఫీయా నగరంలో ప్రెస్ ఒకటి పెట్టాడు. ఆ కాలంలో అమెరికా బ్రతింపువారి వలసగా వుండేది. అమెరికా స్వాతంత్ర్యంకోసం కృషిచేసినవారిలో ఫ్రాంక్లిన్ ఒకడు. ఆయనకు అమెరికనులు బ్రహ్మరథం పెట్టారు. బ్రెటన్తో సంప్రదింపులు జరపడానికి ఈయనను రాయబారిగా పంపారు. బ్రెటన్కు బెంజమిన్ హితవు రుచించలేదు. వారు సైనిక బలంతో అమెరికా ప్రజల స్వాతంత్ర కాంక్షను అణచటానికి ప్రయత్నించి యుద్ధంచేసి ఓడిపోయారు. అమెరికా స్వాతంత్ర్యమయింది. శాంతి సంప్రదింపులలో బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ కూడా పాల్గొన్నాడు. ఈ అభ్యుదయవాది చచ్చిపోయే క్షణంలో కూడా, “బానిసలకు విమోచనం ఇవ్వండి” అని ఆశ్రందనం చేశాడు.

వ్యాపారమూ, రాజకీయాలూ మొదలైనవాటిలో నిమగ్నుడై ఉంటూకూడా బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ వీలు చిక్కినప్పుడల్లా శాస్త్ర పరిశోధనలు చేసేవాడు. మెరుపులో ఉండేది విద్యుచ్ఛక్తేనని యీయన వాదించేవాడు. ఈ విషయం ఆయన 1752 లో ఒక ప్రయోగంద్వారా రుజువుచేశాడు. ఇది జగత్ప్రసిద్ధమైన ప్రయోగం. దీన్ని గురించి ఈనాటికీ పిల్లలు పుస్తకాలలో చదువుతారు.

మెరుపులో విద్యుచ్ఛక్తి

అది వానల తరుణం. బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ ఒక గాలిపటం తయారుచేసి దాని పైభాగాన ఒక లోహపుతీగె అమర్చాడు. దానికి కట్టినదారం రెండోచివర ఒక సిల్కు రిబ్బన్కట్టి దానికొక తాళం

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుష్టహృదయోత్పరాలు

చెవి కట్టాడు. తరువాత గాలిపటాన్ని ఆకాశంలోకి ఎగరవేసి వాన ముబ్బుల రాకకోసం ఎదురుచూడ సాగాడు.

కొంతసేపటికొక వానముబ్బు వచ్చింది. గాలిపటాన్ని రాచు కుంటూ పోయింది. కాని ఏమీ జరగలేదు. ఫ్రాంక్లిన్ ప్రయోగం విఫలమయ్యేట్టు కనబడింది. మరికొంతసేపటికి ఇంకొక ముబ్బు వచ్చింది. చిత్రమైనమార్పు గల్గింది. గాలిపటం దారానికిగల పీచు నిక్క-బొడుకొన్న రోమాల్లాగా నిలబడింది. ఫ్రాంక్లిన్ తాళంచెవిని తాకాడు. చిన్న స్పార్క్-వచ్చి షాక్ కొట్టింది. ఇంతలో వానపడ సాగింది. దారం తడిసింది. దారం వెంటనే విద్యుచ్ఛక్తి ధారాళంగా ప్రవహించసాగింది. ఫ్రాంక్లిన్ సిద్ధాంతం రుజువయింది. తాళంచెవి ద్వారా ఆతను లేడన్ బాల్ నిండా విద్యుచ్ఛక్తి వట్టాడు!

కొన్ని మేఘాలలో ధనవిద్యుత్తు, మరి కొన్నింటిలో రుణ విద్యుత్తు ఉంటుందనికూడా ఫ్రాంక్లిన్ ప్రయోగాల ద్వారా రుజువు చేశాడు.

“కళకోసమే కళ” అనే వారున్నట్టుగానే “శాస్త్రంకోసమే శాస్త్రం” అనేవారు కూడా ఉన్నారు. విజ్ఞానం ఒక పరమార్థమనీ, దానినుంచి ప్రయోజనం ఆశించటం విజ్ఞానాన్ని కళంక పరచడమే ననీ భావించే శాస్త్రజ్ఞులు ఉండేవారు. అయితే ఇది అభ్యుదయ వాదంకాదు. ఉపయోగంద్వారానే జ్ఞానం దక్కుతుంది. జ్ఞానం ఉపయోగపరచటం వల్లనే మానవుడు అభివృద్ధిలోకి వచ్చాడు.

శాస్త్రజ్ఞుడుగా ఫ్రాంక్లిన్ అభ్యుదయవాది. ఆయన మెరుపు విద్యుచ్ఛక్తిని నిరూపించి అంతటితో ఊరుకోలేదు. ఆ జ్ఞానాన్ని ప్రజాక్షేమానికి వినియోగపరుస్తూ విద్యుద్వాహకాలు తయారు చేశాడు. వీటివల్ల ఏమిటి ఉపయోగం!

పిడుగులేలా పడుతాయి ?

పిడుగులు ఎత్తయిన చెట్లమీదా, ఇళ్ళమీదా తరచు పడతాయి. మట్టుపక్కల ఎక్కడా చెట్టన్నదిలేని మైదానంలో ఒక మనిషి నిలబడి ఉంటే ఆమునిషిమీద పిడుగుపడటం జరిగింది ! ఇది గ్రహపాటుని మనం సరిపెట్టుకోవచ్చు, కాని ఈ పిడుగుపాటులో గ్రహపాటు ఏమీలేదు. నీరు పల్లానికి ప్రవహించటం ఎంతసహజమో పిడుగు ఎత్తయిన చోట పడటం అంత సహజం.

భూమిమీద రుణవిద్యుత్తు ఉంటుందని, గాలిలో ధన విద్యుత్తు ఉంటుందని మనం లోగడ తెలుసుకున్నాం. ధన రుణ విద్యుత్తుల మధ్య ఉండే ఆకర్షణ గురించికూడా తెలుసుకున్నాం. మేఘాలలో కొన్నింటివెంట ధనవిద్యుత్తు, మరికొన్నింటి వెంట రుణవిద్యుత్తు ఉంటుందని ఫ్రాంక్లిన్ రుజువు చేశాడు. ధన విద్యుత్తుగల మబ్బు, రుణవిద్యుత్తుగల మబ్బు ఒకదానికొకటి సమీపంలోకివస్తే రెంటి మధ్యా ఆకర్షణలిగి స్పార్క్ కొడుతుంది. అదే మెరుపు.

కాని ఒక్కొక్కసారి ఆకాశానగల మబ్బులలో ధనవిద్యుత్తు కలిపి అధికంగా చేరినప్పుడు వాటిలోని విద్యుత్తు భూమిమీద గల రుణవిద్యుత్తుతో సంయోగం పొందటానికి యత్నిస్తుంది. అయితే రెండు విద్యుత్లకు మధ్య ఒక పరిమితమైన యెడంఉంటేనే స్పార్క్ కొట్ట గలుగుతుంది. ఆ యెడం లభించినచోట పిడుగు పడుతుంది.

ఎత్తయిన భవనాలకూ, ఫ్యాక్టరీ గొట్టాలకూ విద్యుద్వాహకాలు ఏర్పాటుచేస్తారు. ఇవి ఆకాశంలో సమకూడే ధనవిద్యుత్తును ఎప్పటికప్పుడు భూమికి సంపకం చేస్తాయి. అందుచేత వాటి పరిసరాలలో పెద్ద మొత్తంలో ధన విద్యుత్తు చేరుకోదు. ఫ్రాంక్లిన్ ఇటువంటి విద్యుద్వాహకాలను తయారుచేశాడు. ఫ్రాంక్లిన్ చేసిన పరిశోధనలు ఎంత జగత్ప్రసిద్ధి గుంపాదించాయంటే 1790లో ఆయన

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పట్టుహోస్త్రాలు

మరణించినప్పుడు అమెరికా, ఫ్రాన్సు దేశాలు బహిరంగంగా సంతాప ప్రదర్శనలు జరిపాయి.

క్రమంగా విద్యుచ్ఛక్తి పరిశోధకుల సంఖ్య పెరగసాగింది. బాన్ కాంటన్ అనే ఆయన అనేక కాల విద్యుత్ప్రకారాలు తయారుచేశాడు; కృత్రిమ ఆయస్కాంతాలు, శక్తివంతమైనవి తయారుచేశాడు.

కా వెం డిష్ ము ని

విద్యుచ్ఛక్తిగల పదార్థం చుట్టూఉండే గాలికూడా విద్యుచ్ఛక్తి సమేతమవుతుందని బెక్కాయా అనే ఇటలీ శాస్త్రవేత్త కనిపెట్టాడు.

హెన్రీ కావెండిష్ (1731-1910) అనే బ్రిటిషువాడు చాలా ధనికుడు. ఆయనకు పరాయివాళ్ళతో మాట్లాడటమంటే బిడియమూ, అడవాళ్ళతో మాట్లాడటమంటే అమిత సిగ్గునూ! అందుచేత ఆయన ముసలాగా లోకంతో సంబంధంలేకుండా తన గదిలో గడిపాడు. అయితే ఈయన తన కాలాన్ని వృథాచెయ్యలేదు. ఈ బిడియన్నుడైన సంపన్నుడికి శాస్త్రపరిశోధనతప్ప వేరు జీవితం లేనట్టు కనబడుతుంది. ఈయన అపూర్వమైన పరిశోధనలు చేశాడు. ఆయన కనిపెట్టిన విషయాలలో ఒకటేమిటంటే, విద్యుచ్ఛక్తిని ప్రసారం చెయ్యటంలో నీటికన్నా ఇనుముకు 400 రెట్లు శక్తి ఉన్నదని, ఈయన చేసిన మరొకపనేమిటంటే ప్రాణవాయువునూ, హైడ్రోజెన్ వాయువునూ కలిపి విద్యుచ్ఛక్తితో పేల్చి ఆ రెంటికీ రసాయన సంయోగం కలిగింది, దాని ఫలితంగా శుద్ధమైన నీరు ఏర్పడటట్టు చేశాడు.

ఇంతలో ఒక గొప్ప పరిణామం జరిగింది. విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తిచేసే విధానంలో పెద్దపరిణామం వచ్చింది.

విద్యుచ్ఛక్తి - దాని పుష్కలమార్పిడిరాలు

ల్వీ. గాల్వనీ, అతెక్నాగ్రో వోల్టా అనేవాదిద్వయా ఇటలీ దేశస్థులు. విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి చెయ్యటంలో వీరిద్దరూ పెద్ద పరిణామం సాధించారు.

గాల్వనీ (1737-1798) చాలా పేరుపడ్డ వైద్యుడు. 1790లో ఈయన భార్య జబ్బు పడింది. ఆమెకు బావ కాయించటానికి ఆయన కొన్ని కప్పలను తెచ్చి వాటి చర్మం బయటపెట్టాడు. ఆయన పని చేస్తున్న చోటికి చాలా దగ్గరలో విద్యుచ్ఛక్తిని రాపిడి ద్వారా ఉత్పత్తి చేసే యంత్రం ఒకటి ఉన్నది. దాని దగ్గరఉన్న కత్తి తీసి ఆయన తలపని తలంపుగా చచ్చిన కప్పకానికి తగిలించేసరికి ఆ కప్ప కాలు తన్నుకొన్నాయి !

ఈ సంఘటనచూచి, గాల్వనీ మొదట నిర్భాంత పడిపోయి, చివరకు విద్యుచ్ఛక్తి ప్రభావంవల్లనే చచ్చిన కప్ప కాలు అలా తన్నుకున్నదని ఆయన నిశ్చయించాడు. ఒక ఇనపచువ్వకు మరి కొన్ని చచ్చిన కప్పలు వేలాడగట్టి ఉన్నాయి. అవి రాగి కొక్కెములకు తగిలించి పున్నాయి. ఈ కప్పలను పైకెత్తి ఇనపచువ్వకు తాకిస్తే వాటి కాళ్ళుకూడా పైవిధంగా తన్నుకున్నాయి.

కప్పల్లో విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి అవుతున్న దనటానికి సందేహం లేదు. కాని ఇది “భౌతిక” కారణాలవల్ల (రాపిడివల్ల) ఉత్పత్తి కావటంలేదు. రెండు భిన్నలోహాల (ఇనుము, రాగి) మధ్య రసాయనిక సంబంధం ఏర్పడటంవల్ల ఉత్పత్తి అవుతున్నది !

రసాయనిక పద్ధతిలో విద్యుచ్ఛక్తి ఇంతకు పూర్వం ఎన్నడూ ఉత్పత్తి అయి పూడలేదు.

వోల్టా (1745-1827) సావియా విశ్వవిద్యాలయం ప్రొఫెసర్ గా ఉండేవాడు. 1800 లో ఈయన తగరపుముక్కలూ, రాగి

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని విద్యుత్తులలో స్త్రీలు

ముక్కలూ తీసుకునీ, తగరపుముక్కలూ, వెండి ముక్కలూ తీసుకునీ వాటిమధ్య తడిగుడ్డలాచిది అమర్చి విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తిచేశాడు. ఆ తరువాత ఈయన బాటరీలు తయారుచేశాడు. దీనికిగాను ఆయన గజా బాడీలు తీసుకుని వాటిలో ఆన్లుం (యూసిడ్) కలిపిన నీరుపోశాడు. బాడీకి ఒకపక్క రాగిలేకూ, రెండోపక్క జింకు లేకూ నీటిలో మునిగేటట్టు అమర్చాడు. ఇలాంటి బాడీలు వరిసగా అమర్చి ఒక బాడీ తాలూకు జింకు పలకకూ మరొక బాడీ రాగిపలకకూ రాగి తీగలు బంధించాడు. ఈ బాటరీనుంచి వెలువడిన విద్యుచ్ఛక్తి రాపిడివల్ల ఉత్పత్తి అయినదానిలాగే ఉంది. కాకపోతే పూర్వపు యంత్రాలు రాపిడిద్వారా ఉత్పత్తిచేసిన విద్యుత్తుకన్న ఎక్కువ ప్రమాణంలో, ఎక్కువసేపు లభ్యమయింది.

బాటరీలు ఉత్పత్తి కావటంతో విద్యుత్తుపరిశోధనలు మరింత చురుకుగా సాగాయి. బాటరీద్వారా వెలువడే కరెంట్ (విద్యుత్తు) వాహం) సహాయంతో కొందరు నీటిని హైడ్రోజన్ కిందా, ప్రాణ వాయువు కిందా విడిగొట్టారు. (ఆ రెండూ చేరితేనే నీరవుతుంది) మరొక విషయంకూడా గమనించబడింది. అదేమిటంటే విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించటానికి రాగి తీగలు సాధారణంగా ఉపయోగించబడతాయి. వీటిగుండా కొంతసేపు విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించినాక ఇవి వేడెక్కుతాయని కనిపెట్టారు. ఈ తీగల గుండా విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించేటప్పుడు తీగను తాకితే మాక్ కొడుతుంది. దీనికి అవి వేడెక్కుటానికీ తేడా వుంది. విద్యుచ్ఛక్తి నిలిచిపోయినప్పుడు తీగను ముట్టుకుంటే మాక్ తగలదు. కాని వేడి తెలుస్తూంటుంది.

విద్యుత్ప్రవాహం వాహకాలను వేడెక్కించే సిద్ధాంతంపైనే మనకు విద్యుద్దీపాలు వచ్చాయి. ఈ దీపా (బల్బు)లలో చాలా సున్నితమైన తీగ అమర్చబడి ఉంటుంది. దానిగుండా విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించేసరికి అది చాలా వేడెక్కి తెల్లగా ప్రకాశిస్తుంది. ఇను

మును కాలిస్తే కొంతసేపటికది ఎర్రగా ప్రకాశిస్తుంది. ఇంకా వేడక్కిస్తే సుపురంగుకూ, అంతకన్నా కూడా వేడక్కిస్తే ధవళ నీలం రంగుకూ మారుతుంది. దీనినిబట్టి వేడికి, కాంతికి ఉండే సంబంధం మనం తెలుసుకోవచ్చు.

అయితే, విద్యుత్ప్రవాహం వాహకాలను వేడక్కిస్తుందని తెలియగానే విద్యుద్దీపాలు రాలేదు. అంతకంటే ముందుగా ఆర్క్ లైట్ వచ్చింది. దీనిని కనిపెట్టినవాడు సర్ హంఫ్రీ డేవీ అనే బగత్పూరిష్ట శాస్త్రవేత్త.

డేవీ 1778 డిసెంబరులో జన్మించాడు. ఆయన తండ్రిగారు శిల్పాలు చేసేవాడు. డేవీకి చిన్నతనంలో చదువు సౌకర్యాలు ఏలోటూలేకుండా జరిగాయి. అదేగాక అతను గ్రంథాలు చదవటం లోనూ, చదివినది మరిచిపోకుండా జ్ఞాపకం ఉంచుకోటంలోనూ అపార ప్రజ్ఞగలవాడు. దీనికితోడు డేవీకి బాల్యంనుంచీ ఇద్దరు శాస్త్రవేత్తలు సన్నిహితంగా ఉండేవారు.

వారిలో ఒకాయన డాక్టర్ టోన్కిన్. డేవీ తల్లికి ఈయన తండ్రి తరువాత తండ్రి అంతటివాడు. రెండోవాడు రాబర్ట్ డన్కిన్. ఈయనవద్ద విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తిచేసే యంత్రాలూ, దానిని నిలవ ఉంచేందుకు లేడన్ జార్లూ ఉండేవి. వీటితో డేవీ రకరకాల ప్రయోగాలు చేసేవాడు. 20 వ ఏటనే డేవీకి నిశితంగా వైజ్ఞానిక చర్చలు సాగించగల సమర్థత అలవడింది. గ్రెగరీ వాట్ అనే ఆయన సాంగత్యంతో అతను రసాయనశాస్త్రం కూడా తెలుసుకుని వున్నాడు.

డేవీని నైద్యవృత్తికి తయారు చేయాలని డాక్టర్ టోన్కిన్ ఆశయం. ఇందుకుగాను అతన్ని బ్రిస్టల్లో వుండే ఒక లేబరెటరీకి పంపారు. అక్కడ అతను అనేక రసాయనిక ప్రయోగాలు చేశాడు. అతనికి నైద్యుడు కావాలన్న అభిలాష వెనక్కుపోయి శాస్త్రవేత్త

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుష్కలమార్పిడిరాలు

కావాలన్న అభిలాష బలపడింది. త్వరలోనే అతనికి మంచి భ్యాతి వచ్చింది. 28 వ యేట అతన్ని లండన్ లోని రాయల్ ఇన్ స్టిట్యూషన్ వారు అసిస్టెంటు లెక్చరరుగా నియమించారు.

జేపీ విద్యుచ్ఛక్తిలో గాల్వన్ పరిశోధనలు గురించి ఉపన్యాసాలు ప్రారంభించినప్పుడు వాటిని వినటానికి జనం ఎగబడ్డారు. గొప్పగొప్ప కుటుంబాలవారు సయితం వాటిని వినటానికి వ్యామోహంతో వచ్చారు. త్వరలోనే జేపీకి కెమిస్ట్రీ (రసాయన శాస్త్రం) ప్రొఫెసరు పదవి లభించింది. పరిశోధనలు సాగించటానికిగాను ఆయనకు ఒక లేబరేటరీ ఇచ్చారు. అందులో వోల్టా తయారుచేసిన బ్యాటరీ ఏర్పాటుచేశారు. ఇందులో ఈయన ఒక అపూర్వమైన విషయం కనిపెట్టాడు.

రెండు రాగి తీగలకొసలు ఒకదానికొకటి చేరజెట్టి, విద్యుత్ప్రవాహం వాటిగుండా పంపుతూ, కొసలను కొద్దిగా వేరుచేస్తే అవి మాడిపోతాయని జేపీ గమనించాడు. ఆయన ఆ రెండు కొసలకూ కర్బనం (బాగ్సు) ముక్కలు తగిలించి చూశాడు. రాగి తీగల చివర్ల ఈ కర్బనం ముక్కలు అమర్చి, విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహింపజేసి, వాటిని ఎడం చేసేసరికి మానవుడు ఆనాటివరకూ ఎన్నడూ ఉత్పత్తి చేసే ఉండని అద్భుతమైన వెలుగు వచ్చింది. అదే ఆర్క్ లైటు. తరవాత జేపీ రెండువేల వోల్టా జాడీల బాటరీ సహాయంతో నాలుగు గుళాల నిడివిగల ఆర్క్ ఉత్పత్తి చేసి దుస్సహమైన కాంతి కలిగించాడు.

కాలక్రమాన యీ ఆర్క్ లైట్ చాలా ప్రయోజనకారిగా పరిణమించింది. మనకు దీనితోగల నిత్యసంబంధం సినిమా థియేటర్లలో; ఎందుకంటే ప్రతి ప్రాజెక్టరులోనూ ఆర్క్ లైటుంటుంది. దాని సహాయంతోనే మనం తెరమీద బొమ్మ చూస్తాం.

ఈ ఆర్క్-లైట్ కనిపెట్టిన నర్ హంఫ్రీడేవీ ఇంకా అనేక పరిశోధనలు చేశాడు. అవి వివిధ జీవిత రంగాలకూ, శాస్త్ర శాఖలకూ సంబంధించినవి. వాటిలో చెప్పకోదగినది బొగ్గు కార్మికులు పయోగించే సెప్టీ లైట్. బొగ్గు గనులలో చీకటిగా వుంటుంది. అందుచేత గని కార్మికులు విధిగా దీపాలు ఉపయోగించాలి. అయితే ఈ గనుల్లో ఒకవిధమైన వాయువు ఉత్పత్తి అవుతుంది. దానికి మంటసోకితే అది పేలుతుంది. ఇలాటి పేలుళ్ళు ఒకప్పుడు చాల పరిపాటిగా ఉండేవి. వీటిమూలాన అసంఖ్యాకులైన గని కార్మికులు మరణించేవారు. గని కార్మికులకోసం ప్రమాదరహితమైన దీపం తయారుచేసి ఇచ్చాడు డేవీ.

డేవీ అనేకరకాల వాయువులను గురించి పరిశోధనలు చేశాడు. కొన్ని విషవాయువులను తనపై ప్రయోగించుకొని ఆయన ఒకసారి చచ్చినంత పనిచేశాడు. కాని ఎలాగో బతికి బయటపడి ప్రొఫెసరు గిరీ అందుకున్నాడు. ఆయన పరిశోధించిన వాయువులలో “లాఫింగ్ గాస్” అనేది ఒకటి. ఇందులో నత్రజని, ప్రాణవాయువు చేరి వుంటాయి. ఈ వాయువును ఎవరిపైనగానీ ప్రయోగిస్తే వారు నవ్వు నారంభిస్తారు. వారికి బాధ అంతగా తెలియదు. ఈ వాయువును శాస్త్ర చికిత్సల సందర్భంలో ఉపయోగపరచవచ్చునని డేవీ సూచించాడు.

డేవీ తన చివరికాలాన్ని వ్యవసాయదారులకు ఉపయోగించే పరిశోధనలలో గడిపాడు. అభ్యుదయ శాస్త్రవేత్త లండరిలాగే డేవీ తన పరిశోధనలను ప్రజాక్షేమంకోసం, ప్రజల సుఖంకోసం వినియోగ పరిచాడు. అందుకనే 1829 మార్చి 29 న ఆయన చనిపోయేనాటికి ఆయన ఖ్యాతి ప్రపంచమంతటా పాకింది.

విద్యుచ్ఛక్తి విషయంలో డేవీ ఆర్క్-లైట్ కనిపెట్టడమేగాక, రసాయనిక సంయోగంలో ఉన్న అనేక పదార్థాలను విద్యుచ్ఛక్తి విడగొట్టుతుందనికూడా నిరూపించాడు.

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

డేవీ కనిపెట్టిన గొప్పవిషయాలు బోలెడున్నాయి. అయితే, ఎవరో ఛలోక్తిగా అన్నట్లు, ఆయన కనిపెట్టిన అన్ని విషయాల కన్నా గొప్పవిషయం మైకేల్ ఫారడే ! ఫారడే అసమాన మేధావి, ప్రపంచంలో అవతరించిన అత్యుత్తమ వైజ్ఞానికులు కొద్దిమందిలో ఒకడు. ఆయన విద్యుచ్ఛక్తి పరిశోధనలకు కొత్తజీవం పోశాడు.

మై కే ల్ ఫా ర డే

మైకేల్ ఫారడే 1791 సెప్టెంబరు 22 న లండను నగరంలో జన్మించాడు. అతని తండ్రి కమ్మరి. చిన్నతనంనుంచీ మైకేల్ పని చేసుకోవలసి వచ్చింది. అతను 12 ఏళ్ళ క్షరవాడుగా ఉండగా, ఒక పుస్తకాలమ్మే పెద్దమనిషి. అతన్ని చూసి అభిమానించి, జీతం తేకుండా తన కింద పనిచెయ్యటానికి పెట్టుకున్నాడు. ఈ పెద్దమనిషి అచ్చయిన కరపత్రాలను తూకం లెక్కనకొని వాటిని బైండు చేయించి పుస్తకాలుగా అమ్మేవాడు. ఈయన తియారుచేసే పుస్తకాలలో విజ్ఞాన సర్వస్వాలు కూడా ఉండేవి. ఈ పుస్తకా లన్నిటినీ ఫారడే చివరంటా చదువుతూండేవాడు.

ఫారడే ఈవిధంగా అరుపు పుస్తకాలు చదివి చాలా జ్ఞానం పోగుచేశాడు. అతను 20 ఏళ్ళవాడై ఉండగా ఒకనాడు విద్యుచ్ఛక్తి పుస్తకం ఒకటి తడేశాడీట్లతో చదువుతున్నాడు. ఆ సమయానికి అక్కడికి ఒక పెద్దమనిషి ఖాతాదారు వచ్చాడు. విద్యుచ్ఛక్తి గురించి ఫారడేకుగల ఆసక్తి చూసి ఆనందించి, బహుమానంగా అతనికి నాలుగు టిక్కెట్లొచ్చాడు. అవి సర్ హంఫ్రీడేవీ ఇన్స్టున్ష ఉపన్యాసాలు వింటానికిగాను టిక్కెట్లు ! అప్పటికే చాలా ఉపన్యాసాలు జరిగాయి, ఇంకా నాలుగు మిగిలి ఉన్నాయి. మైకేల్ ఫారడే తనకు లభించిన టిక్కెట్లతో ఆ నాలుగు ఉపన్యాసాలూ విన్నాడు. ఇవి

వినటంతో అతని జీవితమంతా మారిపోయింది. తాను శాస్త్రవేత్త అయితేరాలని మైకేల్ ఫారడే నిశ్చయించుకున్నాడు.

(ఒక దీపంనుంచి మరొకదీపం వెలుగుతుంది. విజ్ఞానజ్యోతి కూడా అలాంటిదే. మరి గొంతకాలానికి వైజ్ఞానిక ఉపన్యాసాలివ్వటం మైకేల్ ఫారడే వంతుంది. అప్పుడు మరొక కుర్రవాడు వచ్చి ఆయన ఉపన్యాసాలు విని, వాటి ప్రభావంతో ప్రభావిత శాస్త్రవేత్త అయి, విద్యుచ్ఛక్తితో గొప్ప పరిశోధనలు చేశాడు. ఆయనే సర్ విలియం క్రూక్స్. ఆయననుగురించి ముందు తెలుసుకుందాం.)

తాను శాస్త్రజ్ఞుడు కావాలని ఫారడే నిర్ణయించుకున్నాడే గాని అది అప్పటి మటుకు గొంతెమ్మ కోరికలాగే కనబడింది. ఈ కోరిక ఎలా ఫలిస్తుందో అతనికి తెలియదు. కాని అతను ఒక పనిచేశాడు - తాను విన్న నాలుగుపన్యాసాల సారాంశమూ, దానిపై తనకు కలిగిన భావాలూ చక్కని దస్తూరీతోరాసి సర్ హంఫ్రీ డేవీకి పంపించాడు.

కొద్దిరోజులు గడిచాయి. ఒకరాత్రి మైకేల్ ఫారడే తన పడకగదిలో పడుకోబోతూండగా ఎవరో తలుపు తట్టారు. ఫారడే తలుపు తెరిచి ఒక డవాలీ బంట్రోతును చూశాడు. ఆ వచ్చినవాడు సర్ హంఫ్రీ డేవీ నొకరు. మర్నాడు ఉదయంవచ్చి అయ్యగారి దర్శనం చెయ్యమని చెప్పి పోవటానికి వచ్చాడు.

ఫారడే మర్నాడు డేవీని కలుసుకున్నాడు. అతను తన బాల్యం నుంచీ దహించిన జ్ఞానతృప్తి ఫారడేలోకూడా ఉన్నదని డేవీ కనిపెట్ట గలిగాడు. అయినా ఆయన ఫారడేతో శాస్త్రజ్ఞుడు ఎదుర్కోవలసిన కష్టనష్టాల గురించి చెప్పి, వారానికి 25 పిల్లింగులు (17 రూపాయిలు) జీతంమీద అతనికి పని ఇచ్చాడు.

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

కాలక్రమాన ఫారడే తన యజమానికి కుడిభుజంగా అయ్యాడు. ఉపన్యాసం తయారు చెయ్యాలన్నా, ప్రయోగాలకు సన్నాహాలు చెయ్యాలన్నా ఫారడే తోడ్పడేవాడు. డేవీ దేశాంతరాలు వెళితే ఫారడే విధిగా వెంటనెళ్ళేవాడు. కాని, డేవీ భార్య మాత్రం ఫారడేను ఇంటి నాకరులాగే చూసేది, నాకర్లతోపాటు అతనికి భోజనం పెట్టేది. ఇలాంటి అవమానాలను ఫారడే ఎంతో ఓర్పుతో సహించాడు, దీక్షతో విజ్ఞానం అర్జించాడు. కాలక్రమాన, రాయల్ ఇన్స్టిట్యూషన్ లో డేవీ నిర్వహించిన పదవి ఫారడేకు లభించింది. ఆయన తన జీతంలో ఎన్నో అపూర్వ పరిశోధనలుచేసి ప్రపంచం లోని అగ్ర శాస్త్రవేత్తలలో తన పేరు చిరస్థాయిగా చేసుకున్నాడు.

ఫారడే చేసిన ఒక పరిశోధన అతి స్వల్పమైనదిగా కనిపిస్తుంది. అయస్కాంతం చుట్టూ దాని శక్తి పరుచుకుని వుంటుంది. ఇది అయస్కాంతం తాలూకు ధృవాల దగ్గర కేంద్రీకృతమై వుంటుంది. ఇలా పరుచుకుని ఉన్న శక్తిని అయస్కాంత క్షేత్రం - మాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్ - అంటారు. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రంలో ఒక తీగెను వేగంగా కదిలించినట్లయితే, ఆ తీగెలో విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహిస్తుంది. ఇదే ఫారడే కనిపెట్టిన గొప్ప విషయం.

ఇందులో పెద్దగా ఆశ్చర్యపడవలసిన విషయం ఏముంది? గాఢకడ్డిని సిల్కుతో గుద్ది విద్యుచ్ఛక్తి వుట్టించటంకన్న ఇది ఏమంత గొప్పవిషయం? ఈ సందేహాన్నే ఒక స్త్రీ ఫారడేదగ్గర వెలిబుచ్చింది. ఆయన తాను కనిపెట్టిన ఈ విషయాన్ని ప్రయోగంద్వారా పది మంది ఎదట చేసి చూపిస్తున్నాడు. “ఇది తెలుసుకోవటంవల్ల లాభం ఏమిటి” అని ఆ స్త్రీ ఫారడేను అడిగింది. “అమ్మా, కొత్తగావుట్టిన బిడ్డవల్ల ప్రయోజనం ఏమిటి?” అని ఎదురు ప్రశ్నించాడు ఫారడే.

ఒక కమ్మరివాడి కడుపునవుట్టి ఫారడే ప్రపంచఖ్యాతి. సంపాదించుకన్నట్టే, మైకేల్ ఫారడే తలలోవుట్టిన ఈ జ్ఞానం పెరిగి

పెద్దదై, ప్రపంచాన్నంతా జయించి, నాగరికతను అపారంగా పెంచింది.

ఫారడే ప్రపంచానికి విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తిచేసే మరొక సరి కొత్త మార్గాన్ని చూపాడు. అయస్కాంతం ధృవాలమధ్య తీగ చుట్టను గుండ్రంగా తిప్పినట్లయితే అది డైనమో లేక జెనరేటర్ అవుతుంది. దానినుంచి విద్యుచ్ఛక్తి లభిస్తుంది.

అయస్కాంతం ధృవాలమధ్య ఒక చుట్టకు బదులు అనేక వందల తీగచుట్టలు అమర్చి, వాటిని ఏ ఆవిరి శక్తితోనో, జలపాత శక్తితోనో అతివేగంగా తిప్పినట్లయితే అంతటాని విద్యుచ్ఛక్తి బయలుదేరి, టెలిగ్రాఫ్, టెలిఫోన్, స్ట్రీమర్, సబ్మరీన్, విమానం, మోటార్ కార్, ట్రాం, ఎలెక్ట్రిక్ ట్రెయిన్, రేడియో, పారిశ్రామిక యంత్రాలు, ఇళ్ళలో ఎలెక్ట్రిక్ ఫాన్లు నడపటానికీ, దీపాలు వెలిగించటానికీ పనికి వస్తుంది. “ఈ జ్ఞానంవల్ల లాభం ఏమిటి?” అని ఆ స్త్రీ వేసిన ప్రశ్నకు సమాధానం ఈనాడు ప్రతి పిల్లవాడూ ఎదుగునని చెప్పవచ్చు. ఫారడే చేసిన పరిశోధన ప్రపంచం అన్ని ప్రాంతాలనూ దగ్గిరికి చేర్చింది. సర్వమానవ సాధారణత్వానికి పునాదులు వేసింది.

ప్రపంచంలో ఏమూల ఏదిజరిగినా మరుక్షణం టెలిఫోన్, రేడియోలద్వారా ప్రపంచాని కంఠకూ తెలుస్తున్నది. మన పూర్వీకులు నాలుగేళ్ళలో చేసిన చీనా ప్రయాణం ఈనాడు విమానాల ద్వారా ఒక్కరోజులో చెయ్యవచ్చు. వెనక వెయ్యివేళ్ళకాలంలో ఎంతమంది భారతీయులు చీనాకు వెళ్ళారో అంతకన్న ఎక్కువమంది ఈ నాడు ఒక్కరోజులో వెళ్ళగలుగుతున్నారు. యంత్రపరిశ్రమల ద్వారా ప్రజలసంపద అపారంగా ఉత్పత్తి అవుతున్నది. ఈ అన్నిటికీ వెనకడిన్నది ఫారడే చేసిన చిన్న పరిశోధనే!

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

ప్రపంచానికి పనికివచ్చే పరిశోధనలు ఫారడే ఇంకా చాలా చేశాడు. ఆయన మిశ్రలోహాలను గురించి పరిశోధన చేశాడు. మిశ్ర లోహాలుకూడా నాగరికతకు చాల దోహదం చేశాయి. మనకందరికీ తెలిసిన మిశ్రలోహాలు ఇత్తడి, కంచు మాత్రమే. కాని ప్రపంచానికంతకూ ఈనాడు అత్యంత ఉపయుక్తంగా ఉన్న మిశ్రలోహం ఉక్కు. ఉక్కులో అనేకరకాలున్నాయి. ప్రతి రకానికీ కొన్ని విశిష్టమైన లక్షణాలూ, వాటివల్ల ప్రత్యేక ప్రయోజనాలూ ఉన్నాయి.

ఫారడే గ్లాసు తయారీలో అభివృద్ధి సాధించాడు. పాదరసం ఆవిరిఅయే విధానాన్ని పరిశోధించాడు. సాధారణంగా వాయు రూపంలోఉండే పదార్థాలు ద్రవరూపం దాల్చడానికి అనుసరించే నియమాలను పరిశోధించాడు. శబ్దశాస్త్రం. పరిశోధించాడు. విద్యుచ్ఛక్తితో గనులను పేల్చే పద్ధతి కనిపెట్టాడు. పదార్థానికి స్వయం ప్రకాశనశక్తి ఉంటుందని కూడా ఫారడే ప్రాపించాడు. రేడియం కనిపెట్టిన మదాంక్యూరీ ఈ విషయాన్ని ప్రత్యక్షంగా రుజువుచేయగలిగింది.

ఫారడేను ప్రపంచం చాలా గౌరవాలతో ఆదరించటానికి సిద్ధపడింది. కాని ఆయన వాటిని లక్ష్యించేయక తోసిపుచ్చాడు. ఆయన 1867 ఆగస్టు 25 న మరణించాడు. న్యూటన్ తరవాత ఫారడే అంతగొప్ప శాస్త్రవేత్త లేడని బ్రిటిష్ వారు గర్వంగా చెప్పుకుంటారు.

అతి చిన్న తరంగాలు - అతి పెద్ద తరంగాలు.

హైన్ రిక్ హైస్లర్ అనే జర్మను దేశస్థుడు శాస్త్రపరికరాలు తయారుచేస్తుండేవాడు. ఈయన ఒక చిత్రమైన గాజుగొట్టం తయారుచేసి దానికి "హైస్లర్ ట్యూబ్" అని పేరుపెట్టాడు. రెండు

చివరలూ మూసిన ఈ గొట్టంలో ఒక్కొక్క చివరా ఒక్కొక్క లోహపుతీగ తాపటంచేసిఉంది. గొట్టంలోగల గాలి చాలాభాగం పంపుతో తీసివేయబడింది. ఇప్పుడు గొట్టంలో తాపటంచేసిన రెండు తీగలనూ బాటర్ రెండుకొసలకూ తగిలిస్తే గొట్టమంతా విచిత్రంగా వెలిగింది !

గాలి సామాన్యస్థితిలో విద్యుద్వాహకంకాదు. కాని దాని ఒత్తిడి చాలాభాగం తగ్గించినాక అది విద్యుచ్ఛక్తిని మొయ్యటమే గాక, ఆ శక్తిమూలంగా ప్రకాశిస్తున్నది.

ఈ శక్తి గాలికేగాక ఇతర వాయువులకు కూడా ఉన్నట్టు కాలక్రమాన రుజువయింది. ప్రకటనార్థం పట్టణాలలో “నియాన్ లైట్” అక్షరాలు మాపులమీద అమర్చుతారు. వీటిలో వెలిగేది నియాన్ అనే వాయువు.

నైస్టర్ చేసిన గొట్టాలకంటే ఇంకా ఘనమైనవి తయారు చేసినవాడు సర్ విలియం క్రూక్స్. ఈయన గొట్టాలలోని గాలిని దాదాపు పూర్తిగా తీసివేసి, పది లక్షలలో ఒకవంతు మాత్రమే వుండనిచ్చాడు. ఈయన తయారుచేసిన గొట్టాలు (“క్రూక్స్ ట్యూబ్స్”) పరిశోధనలకు అపారంగా తోడ్పడ్డాయి.

నైస్టర్ గొట్టాలకూ, క్రూక్స్ గొట్టాలకూ గల పెద్ద తేడా ఏమంటే విద్యుచ్ఛక్తి పంపకం చేసినప్పుడు నైస్టర్ గొట్టమంతా కాంతితో వెలిగేది. క్రూక్స్ గొట్టంలో అలా జరగక, గొట్టంలో తాపటంచేసిన లోహపు తీగలలో ఒకదానినుంచి బలహీనమైన కాంతిగల కిరణాలు బయలుదేరి రెండవ లోహం ముక్కవేపు ప్రసరించాయి. ఈ కిరణాలు ఎక్కడైతే గాజుగొట్టాన్ని తాకుతాయో అక్కడల్లా గొట్టం అందమైన పసుపు - ఆకుపచ్చ మిశ్రకాంతితో ప్రకాశిస్తుంది.

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

ఈ కిరణాలకు “కేటోడ్” కిరణాలని పేరుపెట్టారు. బాటరీకి రెండు చివర లుంటాయి. అందులో ఒకటి కేటోడ్ (లేక ఋణ ధృవం), రెండోది ఏనోడ్ (లేక ధనధృవం) బాటరీ తాలూకు కేటోడ్ కు సంధించిన వైపునుంచే ఈ కిరణాలు వస్తాయి. అందుకని వీటికి “కేటోడ్” కిరణాలని పేరు వచ్చింది.

ఈ కిరణాలనుగురించి సర్ విలియం క్రూక్స్ చాలా పరిశోధనలు చేశాడు. ఇవి సాధారణంగా సూటిగా ప్రసరిస్తాయి. వీటి మార్గంలో అయస్కాంతాన్ని ఉంచినట్లయితే అవి వంగుతాయి. వీటి దారికి ఏ వస్తువునైనా అడ్డం వుంచితే అది వేడెక్కుతుంది. వజ్రాలు మొదలైనవాటికి ఈ కిరణాలు సోకినట్లయితే అవి ప్రకాశిస్తాయి.

సాధారణంగా ప్రతి పదార్థమూ ఘన, ద్రవ వాయు స్థితులలో ఉంటుంది. ఈ కిరణాలు పదార్థం తాలూకు నాలుగోస్థితి అని క్రూక్స్ చెప్పాడు.

ప్రపంచమంతటా అనేకమంది శాస్త్రజ్ఞులు “క్రూక్స్” గొట్టాలతో పరిశోధనలు చేయసాగారు. ప్రొఫెసర్ లినార్డ్ అనే ఆయన కేటోడ్ కిరణాలు అల్యూమినం పలకలోనుంచి అవలీలగా - సూర్యకిరణాలు అద్దంముక్కలోనుంచి పోయినట్టు - దూసుకుపోతాయని గమనించాడు.

19 వ శతాబ్దం ముగియకపూర్వమే పదార్థ విజ్ఞానం ఎంతో అభివృద్ధి అయింది. 1893 లో ఒక ప్రఖ్యాత శాస్త్రవేత్త ఉపన్యసిస్తూ, పదార్థ విజ్ఞానంలో తెలుసుకోదగినదంతా ఇదివరకే కనిపెట్టబడిందని ఉద్ఘాటించాడు. ఇది కేవలం పొరపాటు. ఈ మాట 20 వ శతాబ్దం చివరకూడా ఎవరూ అనటానికి సాహసించరాదు.

ఈ శాస్త్రవేత్త ఈమాట అన్న రెండేళ్ళకి (1895 లో) జర్మన్ ఫిజిక్స్ సొసైటీలో ప్రొఫెసర్ విల్హెల్మ్ గోన్రాడ్ రాయెంట్జెన్ అనే

ఆయన తానొక కొత్తరకం కిరణాలను కనిపెట్టినట్లు ప్రకటించాడు. ఈ కిరణాల సహాయంతో తీసిన ఫోటోలను ఆయన ప్రదర్శించాడు. ఒక ఫోటో ఆయనచేతిది. ఆ చేతిఎముకలన్నీ ఫోటోలో ఉన్నాయి ! మరొక ఫోటో ఆయన తోలుసంచిది. సంచీలోఉన్న నాణెములూ, తాళపు చెవులూ ఫోటోలో కనిపిస్తున్నాయి.

ఘనపదార్థాలను ఇంత సులువుగా చొచ్చుకుపోయే ఈ కిరణాలు ఏమిటి ? వీటిని గురించి శాస్త్రవేత్తలు ఎరగరు. ఇది సరికొత్త పరిశోధన.

రొయెంట్జెన్ ఈ కిరణాలను కొత్తగా సృష్టించలేదు. పనిపెట్టుకుని ఆయన వాటిని పరిశోధించనూ లేదు. ఒకనాడాయన క్రూక్స్ గొట్టంతో ఏదో ప్రయోగం చెయ్యటానికి ఉపక్రమించాడు. గొట్టాన్ని నల్లకాగితంతో కప్పాడు. ఆయన ప్రయోగం చెయ్యబోతున్నాడో తెలీదు. కాని తలవని తలంపుగా ఒక వింతవిషయం ఆయన కళ్ళపడింది. క్రూక్స్ గొట్టానికి చాలా గజాల దూరంలో ఒక అట్టమీద పూసిఉన్న ఏదో పదార్థం ప్రకాశించటం ఆయనకు కనిపించింది. క్రూక్స్ గొట్టంచుట్టూ నల్లకాగితంచుట్టి ఉంది గనక, కంటికి కనిపించే కిరణాలేవీ ఆ అట్టమీద పడటానికిలేదు. ఏవో అదృశ్యకిరణాలు క్రూక్స్ గొట్టంనుంచి బయలుదేరి అట్టమీదపడగా దానికి పూసి ఉన్న పదార్థం ప్రకాశిస్తున్నదని రొయెంట్జెన్ తెలుసుకున్నాడు. ప్రయోగాలద్వారా యీ విషయం రుజువు చేశాడు. ఈ అదృశ్య కిరణాలు ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేట్లనుకూడా “పాడు”. చెయ్యగలవని గమనించి, అలాటి ప్లేట్ల సహాయంతో పైన చెప్పిన ఫోటోలు తీశాడు.

ఈ కిరణాలకు “ఎక్స్” కిరణాలని పేరు పెట్టారు ఈ కిరణాలు ఇప్పుడు పరిశ్రమలోనూ, వైద్యానికి అపారంగా తోడ్పడుతున్నాయి. వీటి సహాయంతో ఊపిరితిత్తులనూ, శరీరంలోని ఎముకలనూ, కండ

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

రాలలో ఇరుక్కుపోయిన నూదులు మొదలైనవాటిని సులభంగా చూడవచ్చు. విరిగిన ఎముకలు సరిగా అతికి కట్టు కట్టటానికీ, శస్త్ర చికిత్సలు చెయ్యటానికీ, పోతపోసిన లోహపు వస్తువులలో గుల్లలూ, పగుల్నూ పరిశీలించటానికీ ఈ కిరణాలు ఉపయోగపడుతున్నాయి.

కేటోడ్ కిరణాలు ఏ వస్తువునైనా తాకినప్పుడు ఆ వస్తువు నుంచి ఈ “ఎక్స్” కిరణాలు వెలువడుతాయి. కూక్స్ గొట్టంతో పరిశోధనలు చేసినవారెవరైనా వీటిని గమనించివుండచ్చు. కాని ఆ గౌరవం రొయంట్జెన్ కు దక్కింది. ఇవి విద్యుదయస్కాంత తరంగాలలో అతి సూక్ష్మమైనవి.

విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అన్నది మనకు కొత్తమాట. ఈ తరంగా లేమిటి?

విద్యుచ్ఛక్తికీ, ఆ అయస్కాంత శక్తికీగల సంబంధాలను ఫారడే తన పరిశోధనలలో నిరూపించాడు. ఈ పరిశోధనల ఆధారంతో జేమ్స్ క్లర్క్ మాక్స్ వెల్ అనే బ్రిటిష్ గణితజ్ఞుడు కంటికికనిపించే కాంతి తరంగాన్ని విద్యుదయస్కాంత తరంగాలైనవి 1873 లోనే సిద్ధాంతీకరించాడు.

ఈయన సిద్ధాంతానికి చాలామంది వ్యతిరేకించారు. విద్యుచ్ఛక్తినుంచి తరంగాలు వెలువడతాయని ఎవరూ నిరూపించి ఉండలేదు. అయితే 1887 లో ప్రొఫెసర్ హెన్రీక్ హెర్ట్జ్ అనే ఆయన విద్యుత్తరంగాలను కనిపెట్టాడు. ఈయన రెండు లోహపు గుండ్రమధ్య “స్పార్క్” కొట్టించి, తద్వారా ఏర్పడే విద్యుత్తరంగాలను షరాక తీగెచుట్టతో “పట్టుకున్నాడు.” ఈ రెండోతీగెను గుండ్రంగా వంచి దాని కొనల మధ్యను చిన్న భాళి వదలగా, విద్యుత్తరంగాల ప్రభావంతో ఆ జాగాలో చిన్న స్పార్క్ వచ్చింది.

ఎక్స్ కిరణాల తరంగాలు అతినూక్లెయిన్ వైతే ఈ విద్యుత్తరంగాలు అతిస్థూలమైనవి. వీటి అలలు గజాల ప్రమాణంలో

ఉంటాయి. మనం ఈనాడు రేడియో వింటున్నది ఇలాటి తరంగాల సహాయంతోనే.

విద్యుదయస్కాంత తరంగాలన్నీ ఒకే వేగంతో - సెకండుకు 186 వేల మైళ్ల వేగం - ప్రసారం మవుతాయి. వాటన్నిటిలోకీ స్థూలమైనవి రేడియో తరంగాలు. “ఎక్స్” కిరణాలు అన్నిటికన్నా సూక్ష్మమైనవి మటుకు కావు. వాటికన్న సూక్ష్మమైనవి “గామా” కిరణాలు; అంతకన్న కూడా సూక్ష్మమైనవి “కాస్మిక్” కిరణాలు. ఇన్నిరకాల కిరణాలలో కాంతి కిరణాలను మాత్రమే మన కన్ను చూడగలుగుతుంది. మిగిలినవన్నీ అదృశ్య కిరణాలే.

శబ్దతరంగాలు ఈ జాబితాలోకి రావు. అవి గాలిలో కలిగేవి. అవి గంటకు సుమారు 750 మైళ్ళ వేగంతో కదులుతాయి. అవి విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు కానేకావు. వాటిలోకూడా కొన్ని మాత్రమే చెవికి అందుతాయి.)

రేడియో తరంగాలనుంచే రాడార్ వచ్చింది. కాంతి తరంగాలలాగే రేడియో తరంగాలను కేంద్రీకరించి, సాంద్రమైన (దట్టమైన) కిరణాలుగా ప్రసారం చేయవచ్చు. అవికూడా కాంతి తరంగాలలాగే సూటిగా ప్రయాణించేసి దేనికైనా తగలగానే వెనక్కు మళ్లి వస్తాయి. కాంతితరంగాలలో లేనిగుణం ఒకటి రేడియోతరంగాలలో ఉన్నది; రేడియోతరంగాలు పొగమంచులాంటి దాన్ని సులువుగా దూసుకుపోగలవు.

గడచిన యుద్ధంలో రాడార్ సహాయంతో శత్రు విమానాలు ఎంత దూరంలో ఉన్నదీ, ఎంత వేగంతో ఎటుగా పోతున్నదీ కనిపెట్టారు. రేడియో తరంగాల కిరణం శత్రు విమానాలను తాకి వెనక్కు తిరిగి రావటానికి ఎంతకాలం పట్టేదీ తెలిస్తే ఈ వివరాలన్నీ తెలుస్తాయి.

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

రాడార్ కిరణాన్ని చంద్రుడివద్దకు పంపి తిరిగి తెప్పించారు. అదివరకు అంచనాకురాని సముద్రపు అగాధాల లోతులను రాడార్ గుణించిపెట్టింది. రాడార్ సహాయంతో విమానాలు, స్త్రీమర్లు నడిపేవారు చీకట్లో కూడా “చూడ” గలుగుతున్నారు.

ఆయితే రేడియో కిరణాలు కంటికి కనపడవు. వాటిని కంటికి కనపడేలాగా చెయ్యటానికి క్రూక్స్ గొట్టాలలాంటివి ఉపయోగించబడుతున్నాయి.

ఇటువంటి గొట్టాలే టెలివిజన్లోకూడా ఉపయోగించబడుతున్నాయి.

రేడియోకిరణాలు ఖగోళ పరిశోధనలకకూడా అద్భుతంగా వినియోగపడుతున్నాయి. అనేక నక్షత్రాలు కంటికి అదృశ్యంగా ఉండీకూడా రేడియో తరంగాలను ప్రసారంచేస్తున్నాయి. కంటికి కనబడే నక్షత్రాలుకూడా రేడియో తరంగాలను పంపకం చేస్తాయి. సూర్యుడినుంచి వచ్చే తరంగాలు “రేడియో” ద్వారా వినబడ్డాయి. పాలవెల్లి నుంచీకూడా బలహీనమైన తరంగాలు వస్తున్నాయి. రాడారు పంపిణీపై తయారయిన రేడియో టెలిస్కోపుల సహాయంతో, కంటికి కనిపించని నక్షత్రాలు 50 దాకా గమనించబడ్డాయి. ఛోకచుక్కలు, ఉల్కలు మొదలైనవాటిని పట్టవగలుకూడా పసికట్టటానికి రేడియో టెలిస్కోపులు పనికివస్తాయి.

ఈవిధంగా విద్యుచ్ఛక్తి మానవుడి విజ్ఞానంతో మచ్చిక చేయబడి, తానే ఒక విజ్ఞానసాధనంగా రూపొందుతున్నది.

కాంతి

జీవితానికి కాంతి అత్యంత ఉపయుక్తమైనది. దాని సహాయం వల్లనే అనేక జీవరాసులు “చూడ” గలుగుతున్నాయి. తమ పరిసరాలనుగురించి తెలుసుకోగలుగుతున్నాయి. జంతువుల పరిణామంద్వారా లభించిన “కన్ను” ను మానవుడు ప్రధానేంద్రి

యంగా ఏనాడో గుర్తించాడు. అందుచేతనే “సర్వేంద్రియాణాం నయనం ప్రధానం” అన్న సూక్తి పుట్టింది.

జ్ఞానార్జనకు మనం కంటిమీద అపారంగా ఆధారపడు తున్నాం. వెలుగు లేనిదే కన్ను పనిచేయదు. “ప్రత్యక్షంగా చూస్తే” తెలిసినట్టుగా మరో విధంగా తెలియదు. అందుకనే మనం పిల్లలకు అనేక విషయాలు ప్రత్యక్ష బోధద్వారా తెలియజేస్తున్నాం. ప్రత్యక్షంగా చూపటానికి వీలులేనివి వర్ణించేటప్పుడు కూడా మనం, వినేవాడు లోగడ కంటితో సంపాదించిన జ్ఞానంమీద చాలావరకు ఆధారపడతాం. వీటన్నిటినీబట్టి జ్ఞానానికీ, వెలుగుకూ గల బాంధవ్యము మనం గ్రహించవచ్చు.

అంతేకాదు. మనం జ్ఞానాన్ని “వెలుగు” అనీ, అజ్ఞానాన్ని “చీకటి” అనీ తరుచు అంటాం. కర్తవ్యం నిర్ణయించలేని సమయాల్లో గాంధీ, “నాకు వెలుగు కనిపించటంలేదు” అనేవాడు. ఎవడైనా అజ్ఞానాన్ని వదలగొట్టుకున్నా డనటానికి మనం, “వాడికి జ్ఞానోదయ మయింది” అంటాం. అట్లాగే, “వాడు మోహంధకారంలోపడి కొట్టుకుంటున్నాడు” అంటాం, తెలివిగల ముఖం అనటానికి “కాంతి గల ముఖం” అంటాం, “తేజస్సుగల ముఖం” అంటాం. మన కిష్ట మైనదేదన్నా కనిపించకపోతే కన్ను పొడుచుకున్నట్టున్నదంటాం. ఇటువంటి ప్రయోగాలు అంతరులేనన్ని ఉన్నాయి.

ఈ ప్రపంచంలో నివసించేవారికి వెలుగునిచ్చేది ఒక్క సూర్యుడేనని చెప్పవచ్చు. నక్షత్రాల వెలుగు చాలా అల్పమైనది. మనకు ఆకాశంలో కనిపించే ఇతర గ్రహాలూ, చంద్రుడూ స్వయం ప్రకాశాలు కావు. సూర్యుడికాంతి పడి మాత్రమే అవి ప్రకాశిస్తాయి. ఉల్కలూ, మెరుపులూ ఇచ్చే వెలుగు చాలా క్షణిక మైనది. అందుచేత మనం వెలుగుకోసం ప్రత్యక్షంగానూ, పరోక్షం గానూకూడా సూర్యుడుపైననే అధికంగా ఆధారపడిఉన్నాం.

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

వరోక్షంగా ఎందుకంటే, మనం నూనెదీపాలూ, విద్యుద్దీపాలూ పెట్టుకున్నప్పుడుకూడా సూర్యుడిపైనే ఆధారపడుతున్నాం. బాగ్గులో సూర్యరశ్మితాలూకు శక్తి నిక్షిప్తమై ఉన్నది. సూర్య కిరణాలు సముద్రాలను ఆర్చి, మబ్బులు తయారుచేయగా, అవి వర్షించి నదులు పారిసప్పుడు, మనం ఆ నదులనుంచి జలవిద్యుత్తు సంపాదిస్తున్నాం.

సూర్యుడియొక్క ప్రాముఖ్యాన్ని మన పూర్వీకులు ఏనాడో కనిపెట్టారు. ప్రపంచంలో వివిధ ప్రాంతాల సూర్యోపాసన అమలులో ఉండేది. మన దేశంలోలాగే అనేక దేశాలలో సూర్యుడికి ఆలయాలు కూడా ఉండేవి. అంతేకాదు. జ్ఞానాన్ని వెలుగుతో పోల్చినట్టే చాతకాలపు మానవులు సూర్యుణ్ణి కంటితో పోల్చారు. “తచ్చక్షుర్దేవహితం”, “చక్షుర్నిత్రస్య వరుణస్యాగ్నేః” అని మన పూర్వీకులు సూర్యుణ్ణిగురించి అన్నారు. సూర్య చంద్రులను ఈశ్వరుడి రెండు కళ్లుగా పోల్చారు. కన్నులు కాంతిని వెదజల్లుతాయన్న భ్రమ మనం సాహిత్యంలోనూ, నిత్యవ్యవహారంలోనూకూడా తరుచు గమనిస్తాం. “సూర్య చంద్రులు సాక్షిగా”, అంటే వారు చూసే వారని! “వాడి కళ్ళు ప్రకాశించాయి, నిప్పులు కక్కాయి, మెరిశాయి, కాంతిహీనమయాయి” వంటి ప్రయోగాలు కొల్లలు. “చల్లని చూపు,” “వాడి చూపు (లేక, కన్ను) నామీద పడింది,” మొదలైన ప్రయోగాలూకూడా ఇలాటివే. “సురసురా చూచాడు”, “తొలిచేటట్టు చూచాడు”, “చూపులతో తడివాడు” మొదలైన ప్రయోగాలన్నిటిలోనూ కంటినుంచి ఏదో వచ్చి చూడబడే వస్తువుపై పడుతుందన్న అపోహ ఉంది.

నిత్య వ్యవహారంలోనూ, అలంకారికమైన భాషలోనూ ఇలాటి ప్రయోగాలు పట్టివ్వవు. సూర్యు డస్తమించాడంటాం. సూర్యుడు అస్తమించడని మనకు తెలుసు. నిజం చెప్పాలంటే

సూర్యుడు కనపడకుండా భూమి శిరిగిపోయిందనాలి. అలా ఎవరూ అనరు. ఎవరన్నా అన్నప్పటికీ ఎవరూ అర్థం చేసుకోలేరు. “నన్ను కాంచగా నోపగా లేక కన్నులపై మూసికొనినవి తారకలు” అని కవి అంటే, మనం దాన్ని సరిగానే అర్థం చేసుకోగలం.

కాని యీ భ్రమను పాశ్చాత్యజ్ఞానంలో శాస్త్రవేత్తలు సయితం అనేక శతాబ్దాలపాటు అమలులో ఉంచారంటే అది నిజంగా ఆశ్చర్యపడదగిన విషయం. క్రీస్తుకు పూర్వం శాస్త్రజ్ఞానాన్ని అపారంగా సంపాదించి, గణితం, జ్యోతిషం మొదలైనవాటిలో గొప్ప జ్ఞానాన్ని ఆర్జించిన గ్రీక్ తత్వజ్ఞులు - ప్లాటో, దామియానోస్, యూక్లిడ్, టాలెమీ మొదలైనవారందరూ గుడ్డిగా కన్నులు కాంటిని ప్రసరించి, తద్వారా బాహ్యప్రపంచాన్ని చూస్తాయని నమ్మారు. 17 వ శతాబ్దంలో గలీలియో సైతం అప్పుడప్పుడూ యీ సిద్ధాంతాన్ని అవలంబించాడు! 1665 లో ఇసాక్ న్యూటన్ అనే జగత్ప్రసిద్ధ శాస్త్రవేత్త కాంటినిగురించి పరిశోధనలు ఆరంభించే దాకా, ప్రపంచంలో కాంటి అన్నదానికే సరిఅయిన నిర్వచనమే లేదని చెప్పవచ్చు.

కాంటి అనేది ఏమిటి? దాని స్వరూప స్వభావాలేవి? రంగు లేమిటి? వాటిలో తేడా లేమిటి? కంటికి కనిపించేదంతా కాంటేనా? కాంటి అంతా కంటికి కనిపిస్తుందా? కాంటి ఒకప్పుడు ఎక్కువగా కనిపిస్తుంది; కాంటియొక్క హెచ్చుతగ్గులను నిర్ణయించే మార్గాలేమిటి? దీనికి కన్ను చాలుతుందా? ఇంకేవైనా కొలబద్ధ లున్నాయా?

ఇలాంటి అసంఖ్యాకమైన ప్రశ్నలకు సమాధానాలు ప్రారంభమయింది 17 వ శతాబ్దంలోనే. అంతదాకా మానవుడు అనేక అశాస్త్రీయమైన విషయాలను నమ్మాడు. కాంటియొక్క ఎక్కువ తక్కువలను కన్ను గమనించలేదని సులువుగా చెప్పేయ్యవచ్చు.

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్పత్తులు

చీకట్లో మనకు ఆకాశంలో అనేక నక్షత్రాలు, బలహీనమైన కాంతిగలవి సయితం స్పష్టంగా కనిపిస్తాయి. పట్టపగలు కాంతివంతమైన నక్షత్రాలుకూడా కనబడవు - కాని అవి ఆకాశంలోనే ఉన్నాయని మనకు తెలుసు. అలాగే రాత్రీపూట మినుగురు పురుగుల కాంతి కొట్టవచ్చినట్టు కనిపిస్తుంది, పట్టపగలు కనిపించనే కనపించదు.

న్యూటన్ కు పూర్వం శాస్త్రవేత్తలకు తెలిసిపడల్లా కాంతికి సంబంధించిన రేఖాగణితం. ఉదాహరణకు : కాంతికిరణాలు సూటిగా ప్రసరిస్తాయి. మనం ఏదన్నా చూస్తున్నప్పుడు మన కంటికి, చూసే వస్తువుకూ మధ్య ఏదన్నా అడ్డువస్తే పక్కకి తొలుగుతాం. ఎండలో ఒక వస్తువును పట్టుకుంటే దాని నీడ ఆ వస్తువులాగే ఉంటుంది. కాంతికిరణాలు సూటిగా ప్రసరిస్తాయి గనక ఇలాటివి జరుగుతాయి. అలాగే మరొకసంగతి. కాంతికిరణాలు అద్దం, నీరు మొదలైన వాటిపై ప్రతిబింబించినప్పుడు ఏ కోణంలో ఆ అద్దాన్నీ, నీటిని తాకుతాయో, అదే కోణంలో అద్దం వగైరాలనుంచి ప్రతిబింబిస్తాయి. ఉదాహరణకు అద్దంలో మనని మనం చూసుకోవాలంటే అద్దానికి ఎదురుగా నిలబడాలి. అప్పుడు మనపై నుంచి అద్దంమీద పడే కిరణాలు సమకోణంలో అద్దాన్ని తాకి వెళ్ళినదానినే తిరిగి వస్తాయి. అలాకాకుండా, సినిమాలలో కథానాయికనూ, అద్దంలో ఆమె ప్రతిబింబాన్నీ చూపాలన్నప్పుడు కామెరామాన్ కామెరాను తీసుకుపోయి సినిమాతార వెనక పెట్టడు; పెడితే కామెరామన్ ఫోటోగ్రాఫ్ అయి అభాసవుతుంది. కామెరాను, అద్దానికి పక్క వాటంలో పెడతాడు. అద్దానికి ఇవతలివైపునుంచి కామెరా ఏ వాటంలో ఉంటుందో, అవతలివైపునుంచి సినిమాతార అదే వాటంలో ఉంటుంది. అప్పుడుగాని ఆమె ప్రతిబింబం కామెరాలో కనబడదు.

కాంతికిరణాలు వాటంతట అవి వంగకపోయినప్పటికీ నీటి నుంచి గాలికి, గాలినుంచి నీటికి ప్రసాదించినప్పుడు తప్పక వంగు తాయి. నీటిలో నుంచి ముంచిన వస్తువు నీటి మట్టం దగ్గర విరిగి వంకరగా అతికించినట్టు కనిపిస్తుంది. బాక్సైట్ లోని పోస్టే బాక్సైట్ అడుగుపైకి వచ్చినట్టు కనిపిస్తుంది. ఇలాటివన్నీ కాంతికి సంబంధించిన రేఖాగణితం క్రిందికి వస్తాయి.

న్యూటన్ చేసిన మొదటి ప్రయోగాలు నిజానికి అపూర్వ మైనవి కావు; ఆయన మూడుపలకలగాజు దిమ్మ (ప్రిజం) కుండా తెల్ల (నూర్వ) కాంతిని ప్రసరింపజేసి, రెండోవైపున ఇంద్రధనుస్సు లోని రంగులకాంతి తెప్పించాడు. ఇది కొత్తసంగతి కాదు; అంతకు పూర్వం ఈ విషయం అనేకమంది చేసి చూసినదే. అయితే వా రెవరూ గ్రహించలేకపోయిన విషయం న్యూటన్ గ్రహించాడు. తెల్ల కిరణాలు “ప్రిజం” లో నుంచి ప్రసరించి రంగుల కిరణాలై విసవకరలాగా విచ్చుకొంటాయని గమనించిన వారంతా అది “ప్రిజం” లో ఉన్న “నిస” అనుకున్నారు. న్యూటన్ అలా అనుకోలేదు; తెల్ల కిరణాలలో ఈ వివిధ రంగుల కిరణాలన్నీ కలగావులగంగా కలిసిఉన్నాయనీ, “ప్రిజం” కుండా ప్రసరించే తప్పుడు అవి వేరు వేరు ప్రమాణాలలో వంగటంవల్ల వేరువడి “విచ్చుకుని”, దేనికారంగు తెలియవస్తున్నదని ఆయన ఊహించాడు. ఈ రంగు కిరణాలను తిరిగి మరొక “ప్రిజం” లో నుంచి ప్రసరింపజేసి మళ్ళా తెల్ల కిరణాలను ఆయన తెప్పించాడు.

న్యూటన్ ఇంకొక ప్రయోగంకూడా చేశాడు. “ప్రిజం” చేత వేరుచేయబడిన వేరువేరు రంగుల కిరణాలను, వేరువేరుగా మరొక ప్రిజంనుంచి ప్రసారంచేస్తే వాటిలో మార్పులేదు. ఒక ప్రిజంద్వారా సృష్టి అయిన “ఎర్ర” కిరణాలుమాత్రం యింకో ప్రిజంనుంచి ప్రసరిస్తే “ఎర్ర” కిరణాలుగానే ఉండిపోయాయి. ఎర్రకిరణాలనూ, ఆకుపచ్చ

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

కిరణాలనూ కలిపితే వస్తువువచ్చు కిరణాలు వచ్చాయి. ఊదారంగు కిరణాలనూ, ఆకువచ్చు కిరణాలనూ కలిపితే నీలం కిరణాలు వచ్చాయి. అవి మిశ్రమవర్ణాల కిరణాల్లాగ కనపడనేలేదు.

తెల్ల కాంతి అనేది అనేకరంగుల కిరణాల సమ్మేళనమేననీ, ఆ వివిధరంగుల కిరణాలను వేరుచెయ్యటమే “ప్రిజం” చేస్తున్న పని అనీ 1672 లో న్యూటన్ ప్రకటించాడు. కాంతినిగురించి ఒక్క-విషయం స్పష్టికరించబడింది: సృష్టిలో రంగుల కిరణాలు తప్ప తెల్ల కిరణాలంటూ లేవు.

కిరణాలు తరంగాలా? బాణాలా?

ఇజాక్ న్యూటన్ సూర్యకాంతిలోని వేరువేరు రంగుల కిరణాలతో అనేక పరిశోధనలు చేశాడు. ఆయన ఒక గాజుపలక మీద లెన్ను (కటకం)ను పెట్టి దానిమీద కాంతిని ప్రసరించాడు. లెన్ను పైభాగం అంతటా కాంతి సమంగానే పడినా, అది దిగువ నున్న గాజుపలకనుంచి ప్రతిబింబితమైనప్పుడు చిత్రమైన మార్పుకు లోనయింది. ఆ కాంతి వలయాలుగా ఏర్పడింది. ఈ ప్రయోగమే రంగుకిరణాలతో చేస్తే, రంగుకాంతి వలయాలమధ్యస్పృష్టమైన నల్లని (కాంతిలేని) వలయాలు కనిపించాయి. ఈ వలయాల నిడివి సమంగా ఉండదు. లెన్ను గాజు కాలవను అంటినచోట నల్లని వలయం ఉంటుంది. దానిచుట్టూ కాంతివలయమూ, దాని చుట్టూ తిరిగే కాంతి లేని వలయమూ, దానికింకా అవతల మళ్ళీ కాంతివలయమూ— ఈ విధంగా ఉంటుంది. కాంతివలయాల నిడివి దూరం వెళ్ళినకొద్దీ తగ్గుతుంది.

ఒక్కొక్కరంగు గల కాంతికి యీ వలయాల నిడివి మారు తూంటుంది. ఈ వలయాలను “న్యూటన్ రింగు” లంటారు. వీటి సహాయంతో న్యూటన్ వేరువేరు రంగులుగల కిరణాల తాలూకు

“తరంగాల” నిడివిని కొలిచాడు. కాంతితరంగాలు చాలా నూక్కులై నవి. అందుచేత వాటి నిడివిని మిల్లీమైక్రోస్కోప్ లో గుణిస్తారు. ఒక మిల్లీమైక్రోస్కోప్ అంటే ఒక సెంటీమీటర్ లో కోటవంతు. (అంగుళానికి రెండున్నర సెంటీమీటర్లు.)

ప్రిజం సహాయంతో విడగొట్టిన రంగులవరస “స్పెక్ట్రం” అంటారు. అందులో ఒక చివర ఎర్రకిరణాలుంటాయి. రెండో చివర ఊదారంగు కిరణాలుంటాయి. ఎర్రకాంతి తరంగాల నిడివి 700 మిల్లీమైక్రోస్కోప్ లు. ఊదారంగు కాంతి తరంగాల నిడివి 400 మిల్లీమైక్రోస్కోప్ లు. మన కంటికి కనిపించే కాంతి తరంగాలన్నిటిలోకి ఎర్ర కాంతి తరంగాలు పెద్దవి. ఊదారంగు కాంతి తరంగాలు చిన్నవి. మిగిలిన కనిపించే తరంగాలన్నిటి నిడివి యీ రెంటికీ మధ్యగా ఉంటుంది.

1675 లో రోమర్ అనే ఆయన కాంతియొక్క వేగాన్ని మొట్టమొదటిసారిగా కనిపెట్టాడు. అది ఒక సెకండుకు సుమారు 1,86,000 మైళ్ళు. సూర్యుడు భూమికి 9 కోట్ల చిల్లరమైళ్ళ దూరాన ఉన్నాడు. సూర్యకాంతి భూమిని చేరడానికి సుమారు 8 నిమిషాలకాలం పడుతుంది.

కాంతియొక్క వేగం గురించి ముఖ్యంగా తెలుసుకోదగిన దేమంటే, గాలికూడా లేని శూన్యాకాశంలో అన్ని రంగుల కిరణాలూ ఒకే వేగంతో ప్రసరిస్తాయి. కాని నీరు, గాజు మొదలైన పదార్థాలలో ప్రవేశించినప్పుడు వేరువేరు రంగుల కిరణాలమధ్య వ్యత్యాసం ఏర్పడుతుంది. అందుచేతనే ప్రిజం యీ కిరణాలను వేరుచేయగలుగుతుంది. ఆకాశంలోని మబ్బులతాలూకు నీటికణాలు కూడా యిదేవిధంగా సూర్యకాంతిలోని రంగుకిరణాలను వేరు చేయగా ఇంద్రధనుస్సు ఏర్పడుతుంది. మనం నోట్లో నీరుపోసుకుని

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

తుంవరలు వచ్చేలాగు సూర్యుడి కెదురుగా ఊదినప్పుడుకూడా ఇంద్రధనుస్సు కనిపిస్తుంది.

ఇప్పుడు మనకు కాంతియొక్క వేగం తెలుసు. వేరువేరు రంగుల కిరణాలతాలూకు తరంగాలు ఎంతెంత నిడివిగలవో తెలుసు. కాంతియొక్క వేగాన్ని తరంగాల నిడివితో విభజించినట్లయితే, “కంపనం” తెలుస్తుంది - అంటే ఒక్క సెకండుకాలంలో ఒక రంగు కాంతియొక్క తరంగాలు ఎంతసంఖ్యలో ఉత్పత్తి అవుతాయో తెలుస్తుంది; ఎక్కువ నిడివిగల తరంగాలు తక్కువ తయారవుతాయి. తక్కువ నిడివిగలవి ఎక్కువ తయారవుతాయి.

కాంతివెంటే శక్తి ఉన్న సంగతి అనాదిగా మనుష్యులకు తెలిసినదే. వగలు సూర్యుడు ప్రకాశించే టప్పుడు వాతావరణం వేడిగా ఉంటుంది, రాత్రివేళ చల్లబడుతుంది. లెన్ను సహాయంతో సూర్యకిరణాలు కేంద్రీకరించినట్లయితే అవి కాగితాలు మొదలైన వాటిని కాల్చేయ్యగలదని చాలామంది పిల్లలకు తెలుసు. సూర్య కిరణాల శక్తిని వినియోగించుకుని చెట్లు అనేక రసాయనిక సంయోగాలు సాధిస్తున్నాయి. ధర్మామీటర్ ను నీడనుంచి ఎండలోకి తెస్తే, అందులోని పాదరసం పై కెక్కుతుంది.

కంటికి కనిపించని కాంతికూడా ఉన్నదని మొట్టమొదటగా (1800 సంవత్సరంలో) రుజువుచేసినవాడు సర్ విలియం హెర్షెల్. సూర్యకిరణాల తాలూకు “స్పెక్ట్రం”లో ఒకచివర ఎర్రకాంతి, రెండవ చివర ఊదాకాంతి ఉంటుందని మనకు తెలుసు. ఎరుపుకు దిగువనూ, ఊదాకు ఎగువనూ అంధకారమే. హెర్షెల్ ఏంచేశాడంటే ఎరుపుకు దిగువను అంధకారంలో ఒక ధర్మామీటర్ పెట్టాడు—పాదరసం జోరుగా ఎక్కుసాగింది ! అంటే సూర్యకాంతి ఎరుపుతో ఆగిపోలేదు. దానికి దిగువను అదృశ్య కిరణాలున్నాయి !

హెర్షెల్ చాలా విచిత్రమైన వ్యక్తి. ఈయన జర్మనీలో పుట్టాడు. తండ్రిలాగే సైన్యంలోచేరి వాద్యబృందంలో ఓబో అనే వాద్యం వాయించేవాడు. రెండేళ్లు సైన్యంలో ఉండి చెప్పకుండా బ్రిటనుకు పారిపోయి, అక్కడ జంత్ర వాద్యగాడుగా పొట్టపోసుకుంటూ, విజ్ఞానసాధన చేయసాగాడు. ఆయనకు ఖగోళ శాస్త్రం మీద అభిరుచికలిగింది. డబ్బు పెట్టి టెలిస్కోప్ కొనలేక స్వంతంగా తయారుచేయ నారంభించాడు. కాలక్రమాన యీయన ప్రపంచంలో ఎక్కడా లేనంత మంచి టెలిస్కోపులు చేశాడు. 1781 మార్చి 13 న ఈయన ఆకాశంలో యురేనస్ గ్రహాన్ని కనిపెట్టి అఖండఖ్యాతి గణించి సర్ బిరుదు సంపాదించుకున్నాడు.

ఎరువుకు దిగువనున్నట్టే ఊదాకు ఎగువనుకూడా అదృశ్య కాంతి తరంగాలున్నాయని శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టారు. కంటికి కనబడే కాంతితరంగాలు నిలబడే అన్ని పరిక్షలకూ ఈ అదృశ్య తరంగాలు నిలబడతాయి! అందుచేత, వాటిని కాంతితరంగాలు కావనటానికి వీలులేదు.

అయితే కాంతినిగురించి శాస్త్రజ్ఞులకు ఒక విడని ధర్మ సందేహం పట్టుకున్నది; ఇంతకూ కాంతి తరంగాలేనా? తరంగాలే అయితే శూన్యంలో ఎలా ప్రయాణం చేస్తున్నాయి! అవి ప్రయాణించటానికి ఏదైనా ఆధారం కావాలి! సూర్యుడికీ, మనకూ మధ్య శూన్యాకాశం తప్ప యింకేమీ లేదు.

శక్తిని దూరానికి పంపాలంటే దానిని ఒక వస్తువువెంట పంపటం ఒక పద్ధతి. ఆకాశాన ఎగిరే పక్షిని బాణంతోగాని, తుపాకి గుండుతోగాని కొట్టవచ్చు. బాణమూ, తుపాకిగుండుూ శక్తిని వెంటబెట్టుకుపోతాయి. అలాకాక అలలద్వారాకూడా శక్తిని పంపవచ్చు. నీటిమధ్య రాయివేస్తే రాయితాలూకు శక్తి అలల (తరంగాల) రూపంలో నీరున్నంతమేర వ్యాపిస్తుంది. శబ్దం, గాలిలో

విద్యుచ్ఛక్తి : దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

తరంగాలరూపాన ప్రసరిస్తుంది. గాలి తరంగాలకు అవాంతరం కల్పిస్తే చప్పుడు వినిపించదు. అవతలి గదిలో చప్పుడు జాస్తిగా ఉంటే మన గదితలుపులు మూసేసుకుంటాం. సూర్యుడి తాలూకు శక్తి మనకు బాణంలాగా చేరుతున్నదా? తరంగంలాగా చేరుతున్నదా?

బాణంలాగే చేరుతున్న దనుకునేటందుకే ఎక్కువ ఆధారం ఉంది. ఎందుకంటే, శూన్యంలో తరంగాలు పుట్టజాలవు. మన పూర్వీకులు కిరణాలను బాణాలుగానే పరిగణించా రనుకునేటందుకు ఆధారంఉంది. “శరణ” అనే సంస్కృతంమాట బాణానికి, కిరణానికి కూడా వర్తిస్తుంది. “లూచ్” అనే రష్యన్ మాటకు కూడా ఆ రెండర్థాలున్నాయి.

సర్ ఇజాక్ న్యూటన్ కాంతిని బాణాలలాటిదిగానే భావన చేశాడు. అయితే దురదృష్టవశాత్తూ ఈ భావనకు వ్యతిరేకమైన సాక్ష్యం న్యూటన్ ప్రయోగాలలోనే గోచరించింది! కాంతి కిరణాలు అలలలాటివిగాక, బాణాలలాటివే అయితే న్యూటన్ చేసిన ప్రయోగంలో కాంతి వలయాలమధ్య చీకటివలయా లెందుకుండాలి? మనం నిశ్చలంగాఉండే నీటిలో ఒకచోట రాయివేస్తే, అది పడిన చోట ప్రారంభమై అలలు అన్నివేపులా వ్యాపిస్తాయి. అలలుగా ఏర్పడిన నీటిలో ఉచ్చనీచాలు (ఎత్తులూ, పల్లాలూ) ఉంటాయి. మాటవరసకి మనం నీటిలో రెండుచోట్ల రెండురాళ్లు వేశా మనుకోండి. అప్పుడు రెండుచోట్లనుండి అలలు విస్తరించుతాయి. ఈ అలలు ఒకదాని కొకటి తగిలినచోట మనం ఒక విచిత్రం గమనించుతాం. ఒకచోటినుంచి బయలుదేరిన అలలతాలూకు ఉచ్చలూ, రెండవచోట బయలుదేరిన అలల నీచాలు కలిసిన మేరలలో నీరు కంపనం చెందదు — ఏ అలా లేనట్టే ఉంటుంది? అయినా అలల ప్రసారం సాగిపోతూనే ఉంటుంది. “న్యూటన్

రింగు" లతో నల్లని వలయాలు, కంపనంలేని మేరలు తప్ప మరొకటి కావటానికి ఏలులేదు. అంటే కాంతి ప్రసారం తరంగాల ద్వారానే సాగుతున్న దన్నమాట !

ఇంకా కాంతి బాణాలలాగా ప్రసార మవుతున్నదనిగాని తరంగాలుగా ప్రసారమవుతున్నదనిగాని ఖచ్చితంగా నిరూపించటానికి లేకపోయింది. తరంగాలకు వాహకం ఉండాలి గనకనూ, శూన్యాకాశంలో కాంతి ప్రసారమవుతున్నది గనకనూ న్యూటన్ కాంతికిరణాలు బాణాలలాటివని నమ్మాడు. న్యూటన్ రింగులు తరంగాలతోనేగాని సాధ్యంకావుగనక, ఇతరులు, కాంతి తరంగాల రూపంలోనే ప్రసారమవుతున్నదని నమ్మారు.

20 వ శతాబ్దం ఆరంభంలో "తరంగాల" సిద్ధాంతమే అమలులోకి వచ్చింది. ఈథర్ అనే పదార్థం సృష్టిలో సర్వవ్యాప్తంగా ఉన్నదనీ, కాంతి తరంగాలు ఈథర్ ద్వారా ప్రసారమవుతాయనీ సిద్ధాంతీకరించారు. ఈథర్ సృష్టిలో సర్వవ్యాప్తమైఉంటే భూమి మొదలైన గ్రహాలవేగం ఎంతకాలానికీ తగ్గదేమని న్యూటన్ అది వరకే అడిగాడు. ఈథర్ కు పదార్థంతాలూకు లక్షణాలూ, శూన్యం తాలూకు లక్షణాలుకూడా ఉన్నాయన్నారు కొందరు శాస్త్రవేత్తలు. చివరకు ఈథర్ బ్రహ్మపదార్థంలాగా అవాఙ్మానసగోచరంగా తయారయింది ! శాస్త్రజ్ఞులుకూడా అశాస్త్రీయంగా ఆలోచించగల రసటానికి ఈథర్ సిద్ధాంతం మంచి ఉదాహరణ.

అయితే తలవనితలంపుగా కొత్త పరిశోధనలు "తరంగాల" సిద్ధాంతాన్నే రుజువుచేస్తున్నట్టు కనిపించాయి. ఈ కొత్త పరిశోధన తేవంటే విద్యుదయస్కాంత తరంగాలకు సంబంధించినవి. (వీటిని గురించి అదివరకే మనం తెలుసుకుని ఉన్నాం) ఈ విద్యుదయస్కాంత (ఎలక్ట్రో మ్యాగ్నెటిక్) తరంగాలు కాంతి వేగంతోనే (సెకండుకు 186 వేల మైళ్ళు చొప్పున) ప్రసారమవుతాయి. సిద్ధాంతరీత్యా

విద్యుచ్ఛక్తి - దాని పుట్టుపూర్వోత్తరాలు

ఈ తరంగాలను ప్రతిపాదించినవాడు జేమ్స్ క్లాక్ మాక్స్ వెల్. వీటిని ప్రయోగం ద్వారా రుజువు చేసినవాడు ప్రొఫెసర్ హైన్రిచ్ హెర్ట్జ్.

పి. ఎన్. లెబేద్యేవ్ మొదలైన అనేకమంది పరిశోధకులు ఈ విద్యుదయస్కాంత తరంగాలతో అనేక ప్రయోగాలు చేసి, కాంతి కిరణాలకుగల గుణాలన్నీ విద్యుదయస్కాంత తరంగాలకున్నట్టు ఖచ్చితంగా రుజువుచేశారు. అంటే కాంతికూడా విద్యుదయస్కాంత ప్రసారమే నన్నమాట!

ఇది రుజువుకాగానే శాస్త్రజ్ఞులకు ఈధర్మ బెడద ఒకటి వదిలింది. ఎందుకంటే విద్యుత్ప్రవాహమంటూ ఉన్నచోటనల్లా దాని చుట్టూ - పదార్థం ఉన్నా, లేకపోయినా - విద్యుత్క్షేత్రం ఉంటుంది. అందులో సంచలనం కలిగితే, చాలు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలుకూడా బయలుదేరుతాయి.

అయితే యీ విద్యుదయస్కాంత తరంగాల సిద్ధాంతంతో “కాంతి అంటే ఏమిటి!” అన్న ప్రశ్నకు సమాధానం మరింత అయోమయంలో పడింది. ఎరువుకాంతికి దిగువనూ, ఊదాకాంతికి ఎగువనూ అదృశ్యకిరణాలున్నాయనీ, వాటినికూడా కాంతికిందే జమచేయాలనీ శాస్త్రజ్ఞులు ఆమోదించారు. కాని యిప్పుడు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలలో అనేకవందల మీటర్ల నిడివిగల రేడియో తరంగాలుకూడా ఉన్నాయి. కొద్ది మిల్లీమైట్రోస్ల నిడివిగల తరంగాలను కాంతి అనటానికి మనకు ఎంత అధికారం ఉందో, ఈ వందలాది మీటర్ల నిడివిగల రేడియో తరంగాలనుకూడా కాంతికింద జమచేయటానికి అంత అవకాశం ఉందన్నమాట!

అంతేగాక కాంతి ప్రసారం తరంగాలద్వారా సాగుతున్నదన్న విషయంకూడా నిర్ధారణ అయినట్టే కనబడింది. కాని ఇంతలోనే “తరంగాల” సిద్ధాంతానికి యింకోవైపునుంచి పెద్ద దెబ్బ తగిలింది.

ప దార్థము - కాంతి

శక్తిని అలలద్వారా పంపకం చెయ్యటానికీ, బాణాల ద్వారా పంపకం చెయ్యటానికీ మధ్యగల ఒక తేడాను మనం స్పష్టంగా అర్థం చేసుకోవాలి. మనం నీటిలో రాయివేస్తే, రాయిపడినచోట బయలుదేరే అల చాలా బలంగా ఉంటుంది. అంటే, నీటిలో ఏర్పడే “ఉచ్చనీచలు” హెచ్చుగా ఉంటాయి. అల అన్నివైపులా విస్తరించి దూరం వెళ్ళినకొద్దీ ఈ ఉచ్చనీచలమధ్య వ్యత్యాసం తగ్గిపోతుంది.

ఈ విషయం మనం చాలా సులువుగా చూడవచ్చు. రాయి పడినచోట బయలుదేరే అల చాలాదూరం వెళ్ళిపోతుంది. అయితే ఆ వెళ్ళేది అలేతప్ప నీరుకాదు. అందుచేత నీటిమీద తేలే గడ్డిపరకలు మొదలైనవి అలయొక్క ఉచ్చ తమదాకా వచ్చి నప్పుడు పైకిలేచి, నీచ రాగానే కిందికి దిగిపోతాయి. ఈ విధంగా ఆ పరకలు అలలు నిలిచిపోయినదాకా, పైకి కిందికి ఆడుతుంటాయి. అంతేగాని అలతోపాటు దూరం వెళ్ళవు. ఇలా నీటిమీద తేలే పదార్థం పైకి కిందికి ఆడటం, రాయి పడ్డచోటికి సమీపాన చాలా హెచ్చుగాను, దూరం పోయినకొద్దీ తక్కువగానూ ఉంటుంది.

దీనినిబట్టి అలలు దూరం వెళ్ళినకొద్దీ బలహీనపడతాయని తెలుసుకోవచ్చు. అయితే ఎంత బలహీనపడిన అలకూడా తన మార్గంలో తేలే ప్రతి నలుసునూ అంతో యింతో ఆడిస్తుంది.

ఇక బాణాలను తీసుకుందాం; అన్నివైపులకూ బాణాలు విసరగల యంత్రం ఒకటి ఉన్నదనుకుందాం. ఈ బాణాలు ఎంత

పదార్థము - కాంతి

దూరం వెళ్ళినా ఒకే వేగంతో పోతాయి (మనం మామూలుగా వేసే బాణాలు వేగం తగ్గి పడిపోవటానికి కారణాలు గాలియొక్క ప్రతిఘటన, భూమియొక్క ఆకర్షణ). అయితే వీటి శక్తిలో తగ్గుదల యింకోవిధంగా కలుగుతుంది. బాణాలు పదిలే యంత్రానికి దూరంగా వెళ్ళినకొద్దీ బాణానికి బాణానికి మధ్య ఉండే ఎడం జాస్తి అవుతుంది. చిన్న చిన్న వస్తువులను యంత్రానికి చాలాదూరంలో ఉంచితే, వాటికి ఒక్క-బాణమూ తగలకపోవచ్చు. అలలవిషయంలో యిది వర్తించదు.

ఇప్పుడు ఒక చిన్న ఉదాహరణ తీసుకుందాం. చీకటిలో ఒక చిన్నవత్తి దీపం ఉండనుకుందాం. దాని సమీపంలో ఒక వస్తువును ఉంచినట్లయితే, దీపం కిరణాలు దానిమీద పడి ఆ వస్తువు మనకు కనిపిస్తుంది. ఆ వస్తువును దీపానికి దూరం తీసుకుపోయిన కొద్దీ దానిపై నవడే కాంతి తగ్గుతుంది. దీపం తాలూకు కిరణాలు అలలలాంటివైతే కాంతి అలలు దూరం వెళ్ళినకొద్దీ బలహీనమవుతున్నాయనుకోవాలి; అవి బాణాలలాంటివైతే వస్తువును దూరం తీసుకుపోయినకొద్దీ దానిమీదపడే కాంతి కిరణాలసంఖ్య తగ్గుతున్నదనుకోవాలి.

ఇందులో ఏది నిజమన్నదే ప్రశ్న. ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం మన సిత్యజీవితంలోనే కనిపిస్తుంది. మనం బట్టలకు రంగువేసినప్పుడు కొన్ని రంగులు వెలిసిపోతాయి. అలాంటి రంగులు సూర్య కాంతివల్ల రాసాయనికమైన మార్పులుచెంది విరిగిపోతాయి. బట్ట అంతా ఒక్కసారిగా ఎందుకు వెలవదు? కొంత రంగును “విరిచిన” సూర్యకాంతి మిగిలిన రంగును ఎందుకు “విరచదు?” రంగుతాలూకు అణువులు బట్ట అంతటా పరుచుకుని ఉంటాయి. అణువులలో హెచ్చుతగ్గు లేమీ ఉండవు. సూర్యకాంతి అలల రూపంలోనే వచ్చి ఆ అణువు లన్నింటినీ సమంగా తాకివుంటే

అన్ని అణువులూ రాసాయనికంగా మారవలసిందే. కాని అలా జరగటంలేదు. చాలా దూరంనుంచి వచ్చి తగిలే బాణాలలాగే సూర్యకిరణాలు కొన్ని రంగు అణువులనే తాకి “విరిచేస్తున్నాయి”. మిగిలినవాటిలో కొన్ని మరికొంతకాలానికి కిరణాలకు గురి అవుతున్నాయి. అన్ని రంగు అణువులూ “విరిగి”పోవటానికి చాలా కాలం పడుతున్నది.

ఈ విషయాన్నే శాస్త్రవేత్తలు శాస్త్రీయంగా రుజువు చేశారు. బెర్లిన్ కు చెందిన ప్రొఫెసర్ మాక్స్ ఫ్లాంక్ అనే ఆయన “క్వాంటమ్” సిద్ధాంతం ప్రతిపాదించాడు (1900). మనం ఇంతకు ముందు అనుకున్న ఉదాహరణలో వత్తిడిపం తాలూకు కిరణాలు ఎంతదూరం వెళ్ళినా, వాటి శక్తి ఏమాత్రమూ తగ్గదు. కాని అవి పలచబడిపోతాయి; ఒక కిరణానికి మరొక కిరణం ఎడమవుతుంది.

ఇంతేకాదు. పదార్థంమీద కాంతి పడినప్పుడు, దాని తాలూకు శక్తిని పదార్థం చిన్న చిన్న “తునకలు”గా స్వీకరిస్తుంది. ఒక “తునక”కు తక్కువ స్వీకరించబడదు. ఆ “తునకే” క్వాంటమ్! పదార్థంలో అవిభాజ్యమైన అణువు లున్నట్టే, శక్తిలోకూడా అణురూపం ఉన్నదని ఫ్లాంక్ నిరూపించాడు.

పదార్థం తాలూకు అణువులన్నీ ఒకటి కాదు : నీటి అణువులు తేలిక, నీసం అణువులు బరువు; యురేనియం అణువులు ఇంకా బరువు. అలాగే “కాంతి తునకల” ప్రమాణంకూడా కిరణాల రంగునుబట్టి మారుతుంది. కాంతి కిరణాల “కంపనం” ఎంత హెచ్చితే “క్వాంటమ్” కూడా అంత హెచ్చుగా ఉంటుంది.

ఈ విషయాలు శాస్త్రీయంగా రుజువుయేసరికి “అలల” సిద్ధాంతంతో పని తీరిపోయినట్టే కనిపించింది—కిరణాలకూ, బాణాలకూ

పదార్థము - కాంతి

ఒకేమాట వాడినవాళ్ళు బొత్తిగా తెలివితక్కువవాళ్ళు కారని తేలి పోయింది. అయితే మరి “న్యూటన్ రింగులు” ఎలా ఏర్పడుతున్నట్టు? కాంతి “కణాలు” అలలలాగా ఎలా ప్రవర్తించ గలగుతున్నాయి?

ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం రావటానికి చాలాకాలం పట్టింది. కాని చివరకు సమాధానం వచ్చింది. పదార్థంగురించీ, శక్తిని గురించీ 19 వ శతాబ్దంలో ఉండిన అభిప్రాయాలు పరిణామం చెందే దాకా ఈ సమాధానం లభ్యం కాలేదు.

పదార్థం యావత్తూ అణువులరూపంలో ఉంటుందనీ, అణువులలో ఒకేరకం పరమాణువులుగాని, రాసాయనిక సంయోగం చెందిన వేరు వేరు పరమాణువులుగాని ఉంటాయనీ, శక్తి అన్నది పదార్థాన్ని ఆశ్రయించి ఉంటుందనీ 19 వ శతాబ్దంలో శాస్త్ర వేత్తలు భావించారు.

కాని, పరమాణువు అనిభాజ్యం కాదనీ, దానినికూడా “పగలగొట్ట” వచ్చుననీ, ఆ పరమాణువులలో ఎలెక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు ఉంటాయనీ రుజువుకాగానే, పదార్థం గురించి శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయాలు తారుమారయాయి. ప్రతి పదార్థంతాలూకు పరమాణువులలోనూ ఎలెక్ట్రాన్లున్నాయి. మరొకవంక ఈ ఎలెక్ట్రాన్ల ప్రవాహమే విద్యుచ్ఛక్తి అని రుజువుయింది. ఎలెక్ట్రాన్లు విద్యుచ్ఛక్తి “కణాలు” కావటమేగాక, వాటి వెంబడి అయస్కాంత శక్తికూడా ఉంటున్నట్టు రుజువుయింది. విద్యుద్వాహంలో ఎలెక్ట్రాన్లు ముందుకూ, వెనకకూ ప్రవహించి నప్పుడు రేడియో తరంగాలు ఉత్పత్తి అవుతున్నట్టు స్పష్టమయింది.

రేడియోతరంగాల లాంటివే కాంతి తరంగాలు కూడా. అవి విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు! రేడియోతరంగాల తరవాత కంటికి కనబడని “ఇన్ ఫ్రా రెడ్” తరంగాలు - ఎర్రరంగుకు దిగువ ఉండేవి - వస్తున్నాయి. వాటి తరువాత కంటికి కనబడని “అల్ట్రా

వయొలెట్” (ఊదాకు ఎగువగా ఉండేవి), ఆ తరవాత ఎక్స్ కిరణాలూ వస్తున్నాయి. రేడియో తరంగాలనుంచి ఎక్స్ కిరణాలకు వెళ్ళినకొద్దీ, తరంగాల నిడివి తగ్గి ‘కంపనం’ హెచ్చుతున్నది. అందుచేతనే ఎక్స్ కిరణాల శక్తి హెచ్చు. అవి ఇనుమువంటి బరువైన పదార్థాన్ని సయితం చాలా అంగుళాలమేర సులువుగా చొచ్చుకు పోతాయి.

ఇంతకు పూర్వమే మనం కాంతి కిరణాలు బాణాలలాంటివని రుజువైనట్టు చెప్పి, వివిధరకాల ప్రసారాన్ని తరంగాలని అంటున్నాం. దానికి సమర్థన ఏమంటే ఈ కిరణాలు బాణాలలాగానూ, తరంగాలలాగానూకూడా ఉండటమే. ఈ రెండు రూపాలలోనూ ఒకేసారి కాంతి ఎందుకుంటున్నదన్న విషయం శాస్త్రజ్ఞులు తెలుసుకోవటానికి ఉపకరించినది పరమాణువు అంతర్భాగానికి సంబంధించిన జ్ఞానం.

ఎందుకంటే పరమాణువు అంతర్భాగంలో జరిగే మార్పులను అనుసరించే ఈ రకరకాల కిరణాలు ఉత్పత్తి అవుతున్నాయి. పరమాణువు ఏకం, అవిభాజ్యం అనుకున్నంతకాలమూ కిరణాలు అర్థంకానేలేదు. పదార్థమూ, శక్తి దేనికదిగా ఉండిపోయాయి.

మన ఊహలో పదార్థమంటే చలనంలేనిది, జడమైనది. కొండలు కదలవు; చెంబులూ, కుర్చీలూ, పెన్సిల్స్ లూ నిశ్చలంగా ఉంటాయి. కాని పదార్థం తాలూకు “మూల పదార్థాలు” పరమాణువులూ, అందులోని ఎలెక్ట్రాన్లూ ఎన్నడూ నిశ్చలంగా లేవు. ఎలెక్ట్రాన్ ను కాస్తేపు ఆవలేం! అణువులూ, పరమాణువులూ, ఎలెక్ట్రాన్లూ మొదలైనవి మనం ‘పదార్థం’ క్రింద గుర్తించగలం. కాని వాటి ప్రవాహానికి సూక్ష్మ పదార్థాలు అడ్డు తగిలినా, అవి సూక్ష్మమైన మార్గంగుండా పోవలసివచ్చినా, కిరణాలలాగే రింగులు (వలయాలు) ఏర్పడతాయని 20వ శతాబ్దంలో రుజువుచేయబడింది!

పదార్థము - కాంతి

కాంతి కిరణాలను శక్తికింద జమచెయ్యాలో, పదార్థంకింద జమ చెయ్యాలో (అంటే తరంగాలుగా భావించాలో, బాణాలుగా పరిగణించాలో) తెలియక సతమతమయ్యే శాస్త్రజ్ఞులకు పెద్ద బెడద తీరిపోయినట్లయింది.

దీనినిబట్టి కాంతికి, పదార్థానికి తేడా లేదని భావించరాదు. పదార్థం అతి సూక్ష్మరూపంలో ఉన్నప్పుడు సృష్టించే తరంగాలకూ, కాంతి తరంగాలకూ చాల వ్యత్యాసాలున్నాయి. వాటికి సామ్యం ఉండటంమటుకే గమనించాలి. కాంతిని తరంగాలు అనుకున్నప్పుడు, అవి శబ్దతరంగాల లాటివనిగాని, నీటిలో తరంగాలలాటి వనిగాని అనుకోరాదు. ఎందుకంటే ఈ తరంగాలు పదార్థం సహాయం లేకుండా ప్రసారం కావు. అలాగే కాంతి కిరణాలను పదార్థం అనుకున్నప్పుడు, మననిత్యం చూసే జడపదార్థమని అనుకోరాదు. కాంతి కిరణాలను అర్థం చేసుకునేటందుకు మన నిత్య జీవితానుభూతి చాలదు.

శాస్త్రజ్ఞులు పరమాణువు అంతర్భాగాన్ని చేదించి రకరకాల సూక్ష్మకణాలతో ప్రయోగాలు ఆరంభించినాక, ఏ కిరణాలను కాంతికింద జమకట్టాలో, దేన్ని పదార్థంకింద జమకట్టాలో తెలియక సతమతమైనారు. కేథోడ్ కిరణాలవెంట ఋణ విద్యుత్తు ఉండటంచేత అవి పదార్థంగా జమచేయబడ్డాయి. 1913 దాకా ఎక్స్ కిరణాలు కాంతి కిరణాలలాటివని రుజువు కాలేదు; గామా కిరణాలకున్న సూక్ష్మమైన తరంగాలతో కూడుకున్న కాస్మిక్ కిరణాలు చాలకాలం కాంతికిరణాలవంటివేనని శాస్త్రజ్ఞులు అపోహపడ్డారు. ఈ అపోహకు ఒక కారణం కాస్మిక్ కిరణాల వేగం కాంతికిరణాల వేగానికి చాలా సన్నిహితంగా ఉండటమే.

ఇది ఇలా ఉండగా శక్తికి, పదార్థానికి గల తేడా క్రమంగా అంతర్ధానం కాసాగింది. “పదార్థం ఘనీభవించిన శక్తి” అని

శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవచించటమేగాక, అణుశక్తి ప్రయోగాలద్వారా రుజువుచేశారు. మామూలు బాంబులలోలాగా రాసాయనికమైన మార్పులేమీ రాకుండానే, అణువుబాంబులో పదార్థమే శక్తిగా మారుతుంది. అయితే శక్తిని పదార్థంగా మార్చవచ్చుననీ, అది సాధ్యమవుతుందనీ ఎవరూ కలలోకూడా భావించి ఉండలేదు. ఆ విషయం సిద్ధాంతీకరించినది బాడుదిరాక్ అనే గణితజ్ఞుడు. ఈ సిద్ధాంతాన్ని సోవియట్ శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయోగంద్వారా రుజువుచేశారు. ఒక గామాకిరణాన్ని ఎలక్ట్రాన్ కిందా, పాజిట్రాన్ కిందా వారు విడగొట్టారు.

కాంతికి సంబంధించిన పరిశోధనలు ఇంకా ఎన్నో జరిగాయి. డాక్టర్ సి. వి. రామన్ “రామన్ ఎఫ్ఫెక్ట్” కనిపెట్టి నోబుల్ బహుమానం పొందారు. అయితే, మైకేల్సన్, మోర్లీ అనే యిద్దరు శాస్త్రవేత్తలు ఒక విచిత్రమైన ప్రయోగంచేసి విఫలమైనారు. వారి ప్రయోగంనుంచి సాపేక్ష సిద్ధాంతం వెలువడింది. దాని ద్వారా ప్రొఫెసర్ ఆల్బర్ట్ ఐన్ స్టయిన్ జగద్విఖ్యాతి సంపాదించారు. మైకేల్సన్, మోర్లీలు చేసిన ప్రయోగం గురించి, సాపేక్ష సిద్ధాంతం గురించి తెలుసుకుందాం.

మ హా మే ధా వి ఐ న్ స్ట యి న్

ఒకే వేగంతో ఈదగలవాళ్ళు ఇద్దరున్నా రనుకుందాం. అందులో ఒకడు నదికి ఒకమైలు ఎదురీది, తరవాత నది వాలున వెనక్కు ఈదుకుంటూ వచ్చాడు. రెండోవాడు నదికి అడ్డంగా ఒక మైలు ఈది మళ్ళీ అడ్డంగానే వచ్చాడు. ఈ ఇద్దరు ఈత గాళ్ళూ ఒకేచోటనుంచి ఒకే సమయంలో బయలుదేరితే, రెండో వాడికన్న మొదటివాడు కొంచెం ముందుగా గమ్యస్థానం చేరు కుంటాడని రుజువుచెయ్యవచ్చు. ఎందుకంటే నదియొక్క ప్రవాహం

పదార్థము - కాంతి

మొదటి ఈతగాడికి మొదట ప్రతికూలంగా ఉండి, తిరుగు ప్రయాణంలో అనుకూలపడుతుంది; రెండోవాడికి రెండుసార్లు అంతో ఇంతో ప్రతికూలంగానే ఉంటుంది. ఈ ఈతగాళ్ళిద్దరూ గమ్యస్థానాన్ని చేరుకోవటంలో తేడానూ, ఈతగాళ్లు చేరువులాంటి; కదలిక లేని నీటిలో యిదేవేగాన్ని బట్టి నదియొక్క వేగం తెలుసుకోవచ్చు.

ఈతగాడికి బదులు సూర్యకీరణాలనూ, నదికి బదులు భూమినీ తీసుకుందాం. భూమి ఆకాశంలో (సూర్యుడిచుట్టూ) అతి వేగంగా పోతున్నది. అందుచేత భూమిమీద ఒక కీరణాన్ని సూటిగానూ, మరొక కీరణాన్ని అడ్డంగానూ ఒకేకాలంలో పంపి అద్దాల సహాయంతో బయలుదేరిన చోటికి తెప్పించినట్లయితే ఈ రెండూ కొంచెం తేడాతో తిరిగిరావాలి. ఈ తేడానుబట్టి భూమియొక్క వేగాన్ని గుణించవచ్చు. ఈ ప్రయోగంకోసం అవసరమైన ఏర్పాట్లను డాక్టర్ ఆల్బర్ట్ మైకేల్సన్, డాక్టర్ ఎడ్వర్డ్ మోర్లీ అనే సుప్రసిద్ధ అమెరికన్ శాస్త్రవేత్తలు సిద్ధంచేశారు. రెండు కీరణాల రాకతో వుండే తేడా ఎంత సూక్ష్మమైనదైనప్పటికీ, దానిని పసి కట్టటానికి తగుయోర్పాట్లు చేశారు. 1887 లో ప్రయోగం జరిగింది. తాని రెండు కీరణాలూ ఒకేసారి వచ్చాయి! సూటిగా వెళ్ళిన కీరణం గమ్యస్థానం చేరే సమయానికే, అడ్డంగా వెళ్ళిన కీరణం కూడా చేరుతున్నది!

ఈ ప్రయోగం విఫలం కావటం శాస్త్రజ్ఞులకే అవమానమైంది. చివరకు లారెంట్జ్, ఫిట్జిరాల్డ్ అనే శాస్త్రవేత్తలు ఒక విచిత్రమైన సిద్ధాంతం చేశారు.

“పదార్థానికి నియమిత ప్రమాణమంటూ లేదు. వేగంగా కదిలే పదార్థం, అది కదిలే దిక్కుగా సంకోచం పొందుతుంది.”

పదార్థం తాలూకు పరమాణువులలో ఉండే ఎలెక్ట్రాన్ల తాలూకు విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రంలో వేగం తెచ్చే మార్పులు గురించి, ఆ మార్పుల కారణంగానే పదార్థం సంకోచం పొందుతుందని లారెంట్జ్ చూపాడు. ఎలెక్ట్రాన్ వేగంతోపాటు దాని బరువు హెచ్చినట్టు కనబడుతుందని ప్రయోగంద్వారా రుజువుయింది. ఈ ప్రయోగం లారెంట్జ్ సిద్ధాంతానికి చాల బలం ఇచ్చింది.

లారెంట్జ్ - ఫిట్జిరాల్డ్ సిద్ధాంతం పదార్థం గురించీ, విశ్వం గురించీ శాస్త్రజ్ఞులకు గల భావాలను బాగా కెలికింది. అయితే ఆ భావాలను పూర్తిగా తారుమారుచేసినవాడు మహామేధావి ప్రొఫెసరు ఆల్బర్ట్ ఐన్స్టయిన్.

ఐన్స్టయిన్ 1879 లో జర్మనీలో ఉల్మ్ అనే గ్రామంలో జన్మించాడు. ఆయన తల్లిదండ్రులు జర్మను యూదులు. ఆయన స్కూలువిద్య మ్యూనిక్ నగరంలో సాగింది. తరువాత ఆయన స్విజర్లాండు వెళ్ళి, అక్కడ జూరిక్ నగరంలోని పోలీటెక్నిక్ స్కూలులో 1896 నుంచి 1900 దాకా గణిత శాస్త్రమూ, పదార్థ విజ్ఞాన శాస్త్రమూ (ఫిజిక్స్) అభ్యసించాడు. తరువాత ఆయన స్విజర్లాండ్ పౌరసత్వం సంపాదించుకున్నాడు. బెర్న్ (స్విజర్లాండ్) నగరంలోని పేటెంట్ ఆఫీసులో పేటెంట్ పరిశీలకుడి ఉద్యోగం. ఖాళీ ఆయితే, 1902 లో ఐన్స్టయిన్ ఆ ఉద్యోగం సంపాదించి 1909 దాకా అందులోనే పనిచేశాడు. ఈ ఉద్యోగంలో ఉంటూనే ఆయన జూరిక్ విశ్వవిద్యాలయంవద్ద డాక్టరేట్ సంపాదించుకుని, అనేక పరిశోధక ప్రతాలు ప్రచురించాడు. వీటిమూలంగానే ఆయనకు జగద్విఖ్యాతి లభించింది.

ఐన్స్టయిన్ ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతాలన్నింటిలోకి ప్రపంచ ప్రజను అమితంగా ఆకర్షించినది "సాపేక్ష" సిద్ధాంతం. దీన్ని

పదార్థము - కాంతి

పూర్తిగా అర్థంచేసుకోగలిగినవారు ప్రపంచంలో 12 మంది మాత్రమే వుండినట్లు చెబుతారు. ఈ సిద్ధాంతం గురించి ఘోరంగా మనం ముందు తెలుసుకుందాం.

ఐన్‌స్టయిన్ తన “సాపేక్ష” వాదాన్ని ప్రతిపాదిస్తూ మొట్టమొదటి పత్రాన్ని 1905 లో ప్రచురించాడు. అయితే ఐన్‌స్టయిన్ ఖ్యాతి యావత్తు “సాపేక్ష” సిద్ధాంతంమూలంగానే వచ్చిందనుకోరాదు. ఆయన ఆ సిద్ధాంతం జోలి ఎత్తుకోకపోయినప్పటికీ, ఆయన పేరు మహా మేధావులైన శాస్త్రపరిశోధకుల జాబితాలో చేరి ఉండేదే ననుకోవటానికి ఏమాత్రమూ సందేహం అవసరం లేదు. కాంతిప్రసారం విషయంలో ఆయన “క్వాంటమ్” సిద్ధాంతాన్ని బలపరిచాడు. పదార్థాన్ని శక్తిగా మార్చవచ్చునని నిరూపిస్తూ మరొకపత్రం ప్రచురించాడు.

1909 కల్లా ఐన్‌స్టయిన్ ఖ్యాతి దశదిశలా వ్యాపించింది. ఇది చూసి జూరిక్ విశ్వవిద్యాలయంవారు ఆయనను ఒక ప్రత్యేక అధ్యాపకుడుగా నియమించారు. 1911 లో ప్రాగ్ (ఔస్ట్రీయా) నుంచి ఆయనకు పిలుపువచ్చింది. అక్కడ ఆయన ఒక ఏడాదిపాటు ఫిజిక్సు ప్రొఫెసర్ గా పనిచేసి, తరువాత జూరిక్ తిరిగివచ్చి, తాను చదువుకున్న పోలీటెక్నిక్ స్కూలులోనే ఫిజిక్స్ ప్రొఫెసరుగా చేరాడు.

1913 నాటికి ఐన్‌స్టయిన్ ప్రపంచ శాస్త్రజ్ఞవర్గంలో అగ్ర గణ్యుడుగా రూపొందాడు. అందుచేత బెర్లిన్ (జర్మనీ)లో ఆయన కోసం ఒక ప్రత్యేకపదవి సృష్టించి, కెయిజర్ నికెల్స్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ కు డైరెక్టరుగా వేశారు. దీనితోబాటు ఆయనకు ప్రవ్యన్ వైజ్ఞానిక పరిషత్తులో సభ్యుడుగా చేర్చి మంచి రాబడి కలిగించి, ఆయన తన కాలం యావత్తు శాస్త్రపరిశోధనలో గడిపేటందుకు తగిన వీలు కలిగించారు.

ఆయన 1915 లో బెర్లిన్ లోవుండి రెండవ సాపేక్షసిద్ధాంతం ప్రచురించాడు. దీనికి ఆయన “విస్తృత సాపేక్ష సిద్ధాంతం” అని పేరు పెట్టాడు. ఈ సిద్ధాంతంతోనే ఐన్ స్టయిన్ పేరు పండితలోకంలోనే గాక, పామర లోకంలోకికూడా పాకింది. ఈ సిద్ధాంతాన్ని విపులీకరిస్తూ ఆయన ఎవరూ ఊహించలేని, నమ్మలేని, గమనించని విషయం చెప్పాడు; దూరపు నక్షత్రాలనుండి వచ్చే కిరణాలు సూర్యమండలం సమీపంగా వచ్చేటప్పుడు వంగుతాయన్నాడు. ఇది సులువుగా రుజువయే విషయం కాదు. ఎందుచేతనంటే సూర్యుడి దరిదాపులో నక్షత్రమనేది కనిపించటం జరగదు. కాని, సూర్యగ్రహణ సమయంలో జరుగుతుంది. కాని 1915 నాటికి మొదటి ప్రపంచయుద్ధం సాగుతోంది. ఐన్ స్టయిన్ చెప్పినది నిజమో, కాదో చూడటానికి శాస్త్రజ్ఞులకు 1919 దాకా - యుద్ధం ముగిసిన దాకా - పడలేదు. 1919 మే 29 న సూర్యగ్రహణం సంభవించింది. సూర్యగ్రహణం తాలూకు ఫోటోలు తీసుకురావటానికి బ్రిటన్ నుండి రెండుజట్లు, ఒకటి బ్రెకకూ, రెండవది ఆఫ్రికా వశ్చిమ తీరాన ఒక దీవికీ బయలుదేరాయి. వాటిలో ఎడింగ్టన్, క్రాఫ్లిన్, డేవిడ్సన్, కాటింగ్ హామ్ లాటి ప్రసిద్ధ ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులున్నారు. గ్రహణం వట్టిన సూర్యుడి సామీప్యంలోగల నక్షత్రాలను ఫోటోగ్రాఫ్ చేశారు. అవే నక్షత్రాలను రాత్రివేళ తీసిన ఫోటోలతో పోలిస్తే, ఆ నక్షత్రాల స్థానాలు మారి ఉన్నాయి. ఐన్ స్టయిన్ చెప్పినది అక్షరాలా రుజువయింది! సూర్యుడి సమీపంగా వచ్చే నక్షత్ర కిరణాలు వంగాయి! ఈ విషయమే 1922 లో సూర్యగ్రహణ మప్పుడు మరింత బాగా రుజువు చేయబడింది.

ఐన్ స్టయిన్ కు ఎన్నో గౌరవాలు, ఎన్నో పతకాలు, గౌరవ బిరుదాలు! 1921 లో ఆయనకు నోబెల్ బహుమానం లభించింది.

పదార్థము - కాంతి

చింది. 1925 లో (బ్రిటిష్) రాయల్ సొసైటీవారు కాస్మీ మెడల్ ఇచ్చారు. 1926 లో రాయల్ ఆప్రినామికల్ సొసైటీవారు బంగారుపతకం ఇచ్చారు. జనీవా, మాంచెస్టర్, ప్రిన్సిటన్ వగైరా విశ్వవిద్యాలయాలు ఎన్నో గౌరవపట్టా లిచ్చాయి.

1929 లో ఐన్స్టయిన్ “యూనిఫైడ్ ఫిల్డ్ థియరీ” అనేది ప్రచురించాడు. గురుత్వాకర్షణకు చెందిన గణితసూత్రాలూ, విద్యుదయస్కాంత గణిత సూత్రాలుకూడా ఈ థియరీనుంచి సాధించటానికి అవకాశం ఉండాలని ఐన్స్టయిన్ ఆశయం. ఈ సిద్ధాంతం బెర్లిన్ లో ప్రచురణ కాగానే, మామూలుజనం వీధులలో ఎగబడి కొనేశారు. వారికి అందులో ఒక్క ముక్కకూడా అర్థమయ్యే అవకాశం లేదు. అయినా అది వారిని బాధించలేదు. ఒక న్యూయార్క్ పత్రిక ఈ సిద్ధాంతం కాపీని రేడియో ఔలిఫాటా ద్వారా తెప్పించి మొదటి పేజీలో అచ్చువేసింది.

ఇంతలో జర్మనీలో సామ్రాజ్యవాదం వెలితలలువేసి ఫాసిజం రూపంలో విజృంభించింది. ప్రజలకూ సంస్కృతికీ శత్రువులైనవారు ప్రపంచాధిపత్యంకోసం పడగలెత్తారు. జర్మనీలో యూదులవేట ఆరంభమైంది.

1936 లో అమెరికాలోని క్రిస్ట్యన్ విశ్వ విద్యాలయం ఐన్స్టయిన్ కు ఆశ్రయం యివ్వటమేగాక, ఆయనకు పనిచేసుకొనేటందుకు పూర్తి సౌకర్యాలూ, స్వాతంత్ర్యమూ ఇచ్చింది. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధంలో జర్మనీ, నాజీలూ అంతమైనప్పటికీ, వారి తాలూకు పిశాచాలు అమెరికామీద వాలాయి. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధం ముగిసీ ముగయకుండానే అమెరికావారు తలపెట్టిన మూడవ ప్రపంచయుద్ధం గురించి ఐన్స్టయిన్ తన అసమ్మతిని తీవ్రంగా వ్యక్తంచేశాడు. అణ్వస్త్రాల ప్రయోగాన్ని, ప్రత్యేకించి

హైడ్రోజెన్ బాంబులవల్ల నష్టంగురించి ఆయన ఎలుగెత్తి చెప్పాడు. ప్రపంచ శాంతిఉద్యమాన్ని ఆయన గట్టిగాబలపరిచాడు. అమెరికా లోని యుద్ధోన్మాదులు ఆయన గొంతు ప్రపంచానికి వినిపించకుండా చేయలేకపోయారు. ఈయన ఏడాదిక్రితం అమెరికాలో మరణించాడు.

దూరమూ, కాలమూ

కాంతియొక్క వేగం సహాయంతో భూమియొక్క వేగాన్ని అంచనా కట్టటానికి మైకేల్సన్, మోర్లీలు చేసిన ప్రయోగం విఫలం కావటానికి ఫిట్జిరాల్డ్ చెప్పిన కారణం వేగంగా కదలే వస్తువులు కదిలే వేపుగా సంకోచం పొందుతాయని. ఈ సిద్ధాంతాన్ని ఐన్స్టయిన్ ఆమోదించటమే గాక, విశ్వమంతటినీ అవగాహన చేసే సాపేక్ష సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు. సాపేక్ష సిద్ధాంతంయొక్క సారం ఏమంటే, గమనించేవాడి దృష్ట్యా మాత్రమే ఏ కదలిక అయినా తెలుస్తుంది. అంటే కదిలే దానితో బాటు గమనించేవాడుకూడా కదులుతుంటే ఆ కదలికను వాడు గమనించలేడు.

ఇది మనకు నిత్యజీవితంలో అనుభవమే. చిన్న పిల్లలు చంద్రుడిమీదిగా పరిగి తే మబ్బులకేసి చూస్తూ క్షణంసేపు చంద్రుడే పరుగెడుతున్నాడనుకుంటారు. భూమిమీద వస్తువులనూ, చంద్రుణ్ణీ కలిపి చూస్తేనేగాని ఈ భ్రమ పోదు.

అలాగే మనం భూమిమీద వుండి భూమితో పాటు గుండ్రంగా తిరుగుతున్నాం. ఆకాశంలో పోతున్నాం. కాని ఈ రెండు కదలికలూ మనకు తెలీదు. మనం గమనించగలదల్లా సూర్యుడు రోజూ ఉదయించి అస్తమించటమూ, ఏడాది కొకసారి ఉత్తరం నుంచి దక్షిణానికీ, దక్షిణం నుంచి ఉత్తరానికీ మారటమూనూ.

మార్పునుబట్టే మనం కదలికను తెలుసుకుంటాం. మార్పు సాపేక్షికం. బెజవాడలో ఆగిన పాసింజరు పెట్టెలో కిటికీవద్ద ఆను

కుని పడుకుని వున్న ఆసామీ, పక్క పట్టాలమీద నిలబడివున్న గూడ్సువాగన్ లకేసి చూస్తూండగా అవి ముందుకు కదులుతాయి; తా నెక్కిన బండి మళ్ళీ వెనక్కు పోతున్నదనుకుని ఆసామీ ఉలికిపడి లేచి కూచుంటాడు... బాంబాయిలో లోకల్ రైళ్ళలో ప్రయాణం చేసేవారికి కొన్ని ప్రాంతాలలో ఒక విచిత్రమైన అనుభవం కలుగుతుంది. రెండుబళ్లు పక్కపక్క పట్టాలమీద ఒకే వేగాన — దాదాపు 40 మైళ్ళ వేగాన — కలిసి పరిగెత్తుతాయి. అటువంటప్పుడు ఒక బండిలోవున్న వాళ్ళు రెండో బండిలో వుండే మిత్రులతో సుఖంగా మాట్లాడుకుంటారు, తమ పెట్టెలో వున్న వాళ్ళతోలాగే. ఆ రెండు రైళ్లు నిలబడివుంటే ఎంతో, సమవేగంతో కదులుతున్నా అంతే... ఈ రైళ్ళ ఉదాహరణకు మరొక సారి వస్తాం.

కదిలే వస్తువు కదిలేవేపుగా సంకోచం పొందుతుందని ఐన్ స్టయిన్ ఆమోదించాడు. అంటే ఒక గుండ్రని వస్తువు అతివేగంగా కదులుతున్నప్పుడు దాని ఆకారం కోడిగుడ్డులాగా మారుతుందన్న మాట. అయితే ఈ సంకోచం చాలా సూక్ష్మమైనది - 50 మైళ్ళ వేగాన వెళ్లే కారు నిడివి పరమాణువులోని కేంద్రమంత మాత్రమే తగ్గుతుంది. ఈ తగ్గుదల (సంకోచం) లెక్కలోకి తీసుకోదగిన ప్రమాణంలో వుండాలంటే, కదిలేవస్తువు తాలూకు వేగం, కాంతియొక్క వేగం (1 సెకండుకు 186,000 మైళ్ళు)తో పోల్చదగి వుండాలి. కాంతియొక్క వేగంలో సగం వేగంతో కదిలేవస్తువుయొక్క నిడివి నూరింట 14 వంతులు తగ్గుతుంది.

ఈ తగ్గుదలను ఊహించటం కష్టం. మాటవరసకు భూమి మీద నుంచి చంద్రమండలానికి ఒక రాకెట్ ప్రయాణమై కాంతి వేగంలో నూరింట 90 వంతుల వేగంతో పోతున్నదనుకుందాం. ఆ రాకెట్ నిడివి 100 గజా లున్నదనుకుందాం. దాని వేగం

సరిశీలించగలవాడికి దాని నిడివి 55 గజాలుమాత్రమే ఉంటుంది. అయితే ఆ రాకెట్‌లో ప్రయాణం చేస్తున్నవాడు ఒక గజంబద్ధ తీసుకుని రాకెట్‌ను పోతుండగానే కొలిస్తే నూరు గజాలు ఉంటుంది. దాన్ని బట్టి ఏమనుకోవాలి? గజం బద్ధకూడా రాకెట్ వేగంతోనే పోతున్నది. కనక అదికూడా నూరింట 55 వంతుల ప్రమాణానికి సంకోచంపొందిం దనుకోవాలి. ఈ సంకోచం వస్తువులో స్వతస్సిద్ధంగాజరిగే సంకోచం కాదని, కదలిక మూలంగా స్థలమే సంకోచం పొందుతున్న దనుకోమనీ ఐన్‌స్టయిన్ అన్నాడు. స్థలమే సంకోచం పొందితే, అందులోవున్న పదార్థమంతా విధిగా సంకోచం పొందుతుంది. దీనికి మంచి ఉదాహరణ మన పిల్లలు ఆడుకునే బెల్గాన్లు. కొన్ని బెల్గాన్లమీద మనుషుల బొమ్మలూ, జంతువుల బొమ్మలూ వేసి ఉంటాయి. వాటిని చూసి పిల్లలు ఆనందంతో కొంటారు. తరువాత బెల్గాన్‌లో గాలి కాస్తా పోతుంది. వెంటనే బొమ్మలన్నీ సంకోచం పొందుతాయి.

వేగంవల్ల ఏర్పడే ఈ సంకోచం, కాలంలోకూడా జరుగుతుందని ఐన్‌స్టయిన్ ప్రతిపాదించాడు. కాలంలో జరిగే ఈ సంకోచం ఎలా వుంటుందో చూపటానికి శాస్త్రజ్ఞు లొక ఉదాహరణ చెబుతారు. సూర్యకుటుంబానికి సిరియస్ అనే నక్షత్రం అట్టే దూరంలో లేదు. దానినుంచి కాంతి మనకు చేరటానికి 9 ఏళ్ళు మాత్రమే పడుతుంది. (ఇది వేళాకోళం కాదు. ఎందుచేతనంటే సూర్యుడికి అత్యంత సమీపంలో వున్న నక్షత్రంనుంచి మన దగ్గరికి కాంతి రావటానికే సుమారు నాలుగున్నర ఏళ్ళు పడుతుంది. అనేకకోట్ల సంవత్సరాలు ప్రయాణంచేసి మనకు చేరుతున్న నక్షత్ర కాంతికూడా ఉంది!) ఈ సిరియస్ చుట్టూ తిరిగే ఒక గ్రహానికి, భూమినుంచి ఒక మనిషి ఇంచుమించు కాంతివేగంతో బయలుదేరా ఉనుకుందాం. మన కాలమానం ప్రకారం ఈ పెద్దమనిషి తన

గమ్యస్థానం చేరి, కాళ్లుకూడా కడుక్కోకుండా మళ్ళీ వెంటనే బయలుదేరి భూమికి వచ్చినా 18 ఏళ్ల ప్రయాణం. ఈ కాలంలో రోజుకు అధమం రెండు భోజనాలే చేసినా 13,140 భోజనాలకు సరిపడే ఆహారం వెంటబెట్టుకుపోవాలని అనుకుంటుండగా. కాని శాంతియొక్క వేగంతో కదిలే ఆ పెద్దమనిషి కాలమాన ప్రకారం భోంచేసి బయలుదేరి, మరొక్క భోజనం వెంటపెట్టుకుపోతే చాలు, గమ్యస్థానం చేరేసరికి ఆ రెండో భోజనానికి వేళ అవుతుంది. అతను భోజనం చేసుకుని మళ్ళీ భూమికి తిరిగి వచ్చేయ్యవచ్చు. భూమి చేరేదాకా అతనికి మళ్ళీ భోజనంవేళ కాదు.

వెనకటికి బ్రహ్మదేవుడు బహిర్దేశానికి పోతుంటే ఎవరో ఆపి “ఏమయ్యాయ్ నీకు మనవడు పుట్టాడు” అన్నారట. “ఇదిగో మళ్ళీ వచ్చి జాతకం రాస్తా!” అని బ్రహ్మ వెళ్ళాట్ట. బ్రహ్మ తిరిగి వచ్చి “ఏడీ నా మనవడు!” అంటే, “వాణ్ణి అయోధ్యరాముడు అప్పుడే చంపివేశాడుగా!” అన్నారట. బ్రహ్మాండంలో బ్రహ్మదేవుడు ఏ మూలకు వెళ్ళివచ్చాడో మనకైతే తెలీదుగాని, ఆయన కాలమానం చూస్తే వెలుతురుకన్న ఎన్నో రెట్లు వేగంగా కదిలే ఘటంగా కనిపిస్తాడు. నిజానికి సృష్టిలో వెలుతురుకన్న వేగంగా కదలగలవదార్థం లేదు. ఇదీ సిద్ధాంతం.

దూరానికీ, కాలానికీ నిర్ణీతమైన కొలతలు లేవని, అవి కొలిచేవాడిని బట్టి, కొలవబడే వస్తువుయొక్క కదలికను బట్టి, లేదా కొలిచేవాడి కదలికను బట్టి మారతాయని ఐన్ స్టయిన్ ప్రతిపాదించాడు.

లోగడ కామ్రూపి ఇలాటి విశ్వాసాన్ని భావనచేసి ఉండలేదు. వాళ్ళు సృష్టిలో సమ రేఖలకూ, సమతలాలకూ, సూటి దూరాలకూ, నిర్దిష్టకాల, దూరప్రమాణాలకూ ఆస్కారం కలిగి ఉన్నామని అటువంటి భ్రాంతికి ఏమాత్రం ఆస్కారం లేదని

ఐన్‌స్టయిన్ స్పష్టంచేశాడు. మనం ఒక సమరేఖను గీయవచ్చు. కాని విశ్వమే వంపుతిరిగి వుంటే, మనం గీసిన సమరేఖ వాలుగీత అవుతుంది; సముద్రం మీద ఒక స్త్రీమరు సూటిగానే పోయిందను కుందాం. భూభాగం సమతలంగా ఉన్నట్టయితే ఆ స్త్రీమరు వెళ్ళిన మార్గం సమరేఖే అవుతుంది. కాని భూభాగం వంపుతిరిగి ఉన్నది. అమెరికానుంచి చైనా తీరానికి స్లోబ్‌మీద ఒక సూటిగీత గీస్తే అది అర్థచంద్రాకారంలో వంగి ఉంటుంది.

అలాగే విశ్వమంతటా “స్థలం” వంపుతిరిగి వున్నది. భూమి మీద సూటిగా బయలుదేరినవాడు, కాలక్రమాన తాను బయలుదేరిన చోటికే వచ్చిన విధంగా, ఆకాశంలోకి సూటిగా బయలుదేరినవాడుకూడా కొన్ని అర్బుదాల ఏళ్లు గడిచాక వచ్చిన చోటికే వస్తాడు. వంపు తిరిగిన ఆకాశంలో గ్రహాలవంటివి సూటిగా పోవాలని ప్రయత్నించిన ఫలితంగా వాటి మార్గాలు కోడిగుడ్డు ఆకారాన్ని దాల్చుతున్నాయి అన్నాడు ఐన్‌స్టయిన్. సూర్యుడులాంటి బరువైన గోళాల చుట్టూ “స్థలం” కేంద్రీకరించు కుని ఉన్నది. అందుచేతనే సూర్యుడికి దగ్గి గావచ్చే నక్షత్ర కిరణాలు వంగుతాయి.

సూర్యుడు భారమైన గోళం. అది మన భూమినీ, ఇతర గ్రహాలనూ ఆకర్షిస్తున్నది. ఈ ఆకర్షణను గురుత్వాకర్షణ అంటారు. భూమికూడా వస్తువులను ఆకర్షిస్తుంది. మనం రాతిని గాలిలోకి విసిరివేస్తే అది ఒకచోట ఆగి, మళ్ళీ భూమి కేసి క్షణక్షణమూ హెచ్చే వేగంతో వస్తుంది. పరిశీలకుడి దృక్పథంనుంచీ వేగంయొక్క క్రమమైన హెచ్చింపుకూ, గురుత్వాకర్షణకూ తేడా తెలియదన్నాడు ఐన్‌స్టయిన్. రాతిమీద భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణ ఉన్నా, భూమి రాతికేసి క్షణక్షణానికీ హెచ్చే వేగంతో లేచినా ఫలితం ఒకటే.

ఇంతేకాక, గురుత్వాకర్షణ క్షేత్రంలో దూరమూ, కాలమూ మార్పుకు గురి అవుతాయన్నాడు ఐన్ స్టయిన్.

అన్నిటికన్న, ఐన్ స్టయిన్ చేసిన విచిత్రమైన సిద్ధాంతం ఏమంటే దూరానికి, కాలానికి అవినాభావ సంబంధ మున్నదనీ, కాలంకూడా దూరంలాగే విశ్వంయొక్క కొలతలలో ఒకటి అనీనూ!

నాలుగు కొలతల విశ్వం

మనం సృష్టిని మూడు కొలతలుగలదాన్నిగా గ్రహించటానికి అలవాటుపడ్డాం. ప్రతి వాస్తవపదార్థానికీ మూడు కొలతలు - పొడుగూ, వెడల్పూ, ఎత్తూ - ఉంటాయి. మనం ఒక్కొక్కప్పుడు వస్తువుల తాలూకు ఒకే కొలతనుగురించి మాట్లాడతాం. “ఫలాని బస్తీనుంచి ఫలాని పాలెంకు రెండున్నర మైళ్ళు” అంటాం. “నా చొక్కాకు రెండున్నర గజాల గుడ్డ చాలు” అంటాం. “రెండు ఇటుకల మందంగోడ” అంటాం. కాని, మిగిలిన కొలతలతో మనకు పనిలేక ఒకే కొలతగురించి మాట్లాడుతున్నాంగాని బస్తీ నుంచి పాలెం వెళ్ళేరోడ్డుకూ, చొక్కాగుడ్డకూ, గోడకూ యితర కొలతలు లేక కాదు. అట్లాగే, “ఈ చేను నాలుగు కుంటలు” అన్నప్పుడు పొలంయొక్క వైశాల్యంగురించే మాట్లాడతాం. కాని, పొలానికి వైశాల్యమేగాక లోతుకూడా ఉంటుంది; లేకపోతే పొలం దున్నేదెట్లా? అట్లాగే చిత్రకారుడు మూడు కొలతల వస్తువులను - మనుషులూ, ఇళ్ళూ, చెట్లూ మొదలైనవాటిని - రెండు కొలతలు మాత్రమేగల చిత్రంలో చిత్రిస్తాడు. చిత్రపుకు నిడివీ, వెడల్పూ మాత్రమే ఉన్నాయి... కాని దాన్ని చిత్రించిన కాగితానికి, లేక కేన్వాసుకు మందంకూడా ఉంది.

దీన్ని బట్టి వాస్తవ జగత్తుకు మూడు కొలతలున్నట్టు స్పష్టమవుతుంది. కాని ఐన్ స్టయిన్ విశ్వానికి, విశ్వంలోగల ప్రతి వస్తు

వుకూ నాలుగు కొలత లున్నట్లు పరిగణించమన్నాడు. పొడుగూ, వెడల్పూ, ఎత్తూ మూడుకొలత లయితే, నాలుగో కొలత కాలం.

అడుగులలోనో, అంగుళాలలోనో, మైళ్ళలోనో, ఫర్లంగులలోనో కొలవదగిన కొలతలతో ఏళ్ళూ, నెలలూ, రోజులూ, గంటలూ, నిమిషాలూ, సెకండ్లూ మొదలైన మానాలతో కొలిచే కాలాన్ని ఎందుకు జతచేయటం? ఎట్లు జతచేయటం? ఈ రెండు ప్రశ్నలకూ మనం సులువుగా సమాధానం తెలుసుకోవచ్చు.

మొదటి ప్రశ్న : దూరంలో కాలాన్ని జతచేయటం దేనికి? మూడు కొలతలూ లేని వస్తువు యథార్థమైనది కాదనీ, యథార్థమైన ప్రతి వస్తువుకూ మూడు కొలత లుండాలనీ ఇప్పుడే అనుకొన్నాంగదా! కొంచెం ఆలోచిస్తే, ప్రతి యథార్థవస్తువుకూ నాలుగో కొలతకూడా ఉండితీరాలని మనం తెలుసుకోవచ్చు. ఈ క్రింది ఉదాహరణ తీసుకోండి.

గణితశాస్త్రంలో బిందువు (పాయింట్)కు ఏ కొలతలూ లేవని చెబుతారు. వాస్తవప్రపంచంలోకట్లా అత్యంత సూక్ష్మమైన పరమాణువుకూ, అందులోని సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమైన ఎలెక్ట్రాన్ కూ కూడా కొలత లున్నాయి. కనుక గణితశాస్త్రజ్ఞులు బిందువు అని చెప్పేది అవాస్తవికమైనది. అలాగే రేఖకు నిడివేతప్ప మందం లేదంటారు. అదీ అవాస్తవికమైనదే. అదే వాదనప్రకారం మూడు కొలతలూ ఉన్న వస్తువుకు కాలంలో ఉనికి లేదనుకోండి; అది అవాస్తవికమైన వస్తువే. ఏ వస్తువునైనా ఒక అరసెకండ్లో, అయిదు నిమిషాలో, అయిదు శతాబ్దాలో ఉంటేనే దాన్ని వాస్తవమైన వస్తువుగా మనం గుర్తించగలుగుతాం. అందుచేత సృష్టిలో ప్రతిదీ నాలుగు కొలతలు కలది; ఆ నాలుగు కొలతలలో ఒకటి కాలం.

ఇక రెండవ ప్రశ్న : కాలాన్ని ఇతర కొలతలతో జత చేయటం ఎట్టా? దూరం విషయంలో మనం ఈ పని సులువుగానే

చేస్తున్నాం. పూర్వకాలంలో ఫలాని ఊరినుంచి ఫలాని ఊరికి ఇన్ని గడియల ప్రయాణం అనేవారు. ఆ రోజుల్లో బళ్ళనడకా, కాలి నడకా ప్రయాణాలుగా పెట్టుకుని దూరాన్ని కాలంలో చెప్పుకునే వారు. ఈ రోజుల్లో మనం రైళ్ళ నడకను మనసులో పెట్టుకుని మద్రాసునుంచి బెజవాడకు 10 గంటల ప్రయాణమని చెప్పుకుంటాం. ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు వివిధ నక్షత్రాల దూరాలను మైళ్ళలో చెప్పరు : “కాంతి సంవత్సరాల”లో చెబుతారు. ఒక కాంతి సంవత్సరం మంటే, ఒక సెకండుకు 1,86,000 మైళ్ళ వేగాన కాంతి ఒక సంవత్సరకాలంలో ప్రయాణించే దూరమన్నమాట! ఈ విధంగా దూరాన్ని కాలమానంలోకి మార్చటానికి ఆధారం, సృష్టిలోకల్లా వేగవంతమైన కాంతియొక్క వేగం.

(నిజానికి చిన్న చిన్న కొలతలను - మనిషి ఎత్తు, గది వెడల్పు, పుస్తకంమందం మొదలైనవాటిని - కాలమానంలో చెప్పటానికి లేదు. కాని ఐన్‌స్టయిన్ ప్రతిపాదించిన “దూర - కాల” సిద్ధాంతాలు విశ్వ ప్రమాణాలకు చెందినవి).

నాలుగు కొలతలుగల విశ్వంలో వేర్వేరు సంఘటనలమధ్య దూరాన్నీ, కాలవ్యవధినీ ఒకే సూత్రంలో చెప్పటానికి ఐన్‌స్టయిన్ ఒక విధానం కనిపెట్టాడు. నిత్య జీవితంలో మనం సంఘటనలమధ్య గల దూరాన్నీ, కాలవ్యవధినీ వేర్వేరుగా చెప్పుకుంటాం. ఇందుకు ఒక ఉదాహరణ తీసుకుందాం :

1950 జనవరి 1 నాడు ఉదయం 10 గంటలకు ఒక గ్రామంలో ఎల్లయ్య కొక కుమారుడు కలిగాడు. అదే క్షణంలో పదిమైళ్లదూరానగల మరొక గ్రామంలో పుల్లయ్య కొక కుమార్తె కలిగింది. ఈ రెండు సంఘటనలమధ్య కాలవ్యవధి ఏమీ లేదు. కాని 10 మైళ్ల దూరం వున్నది. 1955 జనవరి 1 నాడు ఉదయం 10 గంటలకు తిరిగి ఎల్లయ్య కొక కుమార్తె కలిగింది. ఎల్లయ్య

దూరమూ, కాలమూ

కుమారుడు పుట్టినచోట కుమార్తెకూడా పుట్టిందనుకుందాం. అప్పుడు ఎల్లయ్య కొడుకు పుట్టటానికీ, కూతురు పుట్టటానికీ మధ్య కాలవ్యవధిమాత్రమే ఉన్నది. అది అయిదు సంవత్సరాలు. దూరవ్యవధి ఏమీ లేదు—కనీసం ఉన్నట్టు కనబడదు; (ఈమాట ఎందుకనవలసి వచ్చిందంటే, దూర వ్యవధికూడా ఉన్నదిగాని, ఆ సంగతి ఎల్లయ్యకు తెలీదు)...పోతే పుల్లయ్య కూతురి పుటకకూ, ఎల్లయ్య కూతురి పుటకకూ మధ్య పదిమైళ్ల దూరవ్యవధి, అయి దేళ్ల కాలవ్యవధి ఉన్నది. ఈ విషయంలో కాలాన్ని, దూరాన్ని విడివిడిగా చెప్పకుండా ఒకే గణితసూత్రంలో చెప్పే పద్ధతిని ఐన్ స్టయిన్ ఉత్పత్తి చేశాడు.

ఎందు కిలా చెయ్యాలి? కాలమూ, దూరమూ దేనిమానాన అది ఉండలేదా? ఉండలేదు! ఒక పరిశీలకుడి దృష్టిలో కాల వ్యవధిలాగా కనబడేది మరొకడికి దూరవ్యవధిగా కనిపిస్తుంది. దీనికి రైలు ప్రయాణీకుడి ఉదాహరణ ఒకటి ఉన్నది. ఒక రైలు ప్రయాణీకుడు రైలు పోతుండగా ఒక స్టేషను వచ్చేసమయాన పడుకుని రెండు గంటల తరువాత మరొక స్టేషను వచ్చేసరికి లేచాడనుకుందాం. ప్రయాణీకుడి లెక్క ప్రకారం తాను పడుకొనటానికి, లేవటానికి మధ్య రెండుగంటల కాల వ్యవధి మాత్రమే ఉన్నది. స్థలవ్యవధి ఏమీలేదు — ఎక్కడ పడుకున్నాడో అక్కడే లేచాడు. కాని అతను పడుకునే సమయానికి పెట్టెలో ఎక్కిన మరొక ప్రయాణీకుడికీ, అతను లేచే సమయానికి ఎక్కిన ప్రయాణీకుడికీ మధ్యగలదూరం ఏ 60 మైళ్లో కావచ్చు.

ఇందాక మనం అనుకున్న ఉదాహరణలో ఎల్లయ్య కొడుకు పుటకకూ, కూతురి పుటకకూ మధ్య కాలవ్యవధితప్ప దూర వ్యవధి లేదనుకున్నాం. భూమితోపాటు గుండ్రంగా తిరుగుతూ, సూర్యుడిచుట్టూ ప్రదక్షిణంచేస్తూ, సూర్య కుటుంబంతోపాటు

ఆకాశంలో ప్రయాణం చేసేవాళ్ల దృక్పథంనుంచి ఇది నిజం కావచ్చు. కాని విశ్వంలో మరొక మూలనుంచి చూసేవాడికి ఈ రెండు సంఘటనలమధ్యా బోలెడంత స్థలవ్యవధి కనిపిస్తుంది. భూమి స్థావరంగా లేక వేగంగా కదులుతున్నది గనక, భూమిమీద వారి కాలమానం ప్రకారం 5 సంవత్సరాలయ్యేది. భూమితో బాటు కదలనివారికి ఇంకా ఎక్కువ కాలంలాగా కనిపిస్తుంది (కదలికయొక్క వేగంతోపాటు కాలమానం తగ్గుతుందని మనం అది వరకే తెలుసుకున్నాం).

1945 లో జపానులో పేల్చిన అణువుబాంబుల కాంతిని 9 కాంతి సంవత్సరాల దూరంలోఉండే మరొక గ్రహవాసులు చూశా రనుకుందాం. వారి కాల సంఘటన కిందటే ఉండే తెలిసి ఉంటుంది. మనకు 8,70,000 కాంతి సంవత్సరాల దూరాన ఆండ్రోమిడా నెబ్యులా ఉన్నది. అందులో పరిశీలకు లెవరైనా ఉండి చూడగలిగితే వారి కీ భూమిమీద నరప్రాణి అనుపించక పోవచ్చు! ఆండ్రోమిడాకూ, మనకూ గల దూరం కాలవ్యవధిగా మారటానికి ఇంతకంటే మంచి ఉదాహరణ అవసరంలేదు. ఆండ్రోమిడాలో మనుషులుండబోయారా, వారు భూమికేసి చూడబోయారా అన్నది ఒక వాదన కాదు. ఎందుచేతనంటే మనం తెలిస్తోవులద్వారా ఆ నెబ్యులాను చూడగలుగుతున్నాం. కాని గడచిన 8,70,000 ఏళ్ల కాలంలో అది ఎలా మారిందీ మనం తెలుసుకోవాలంటే మనకు 8,70,000 ఏళ్లు పడుతుంది.

ఆండ్రోమిడాను చూసిన తెలిస్తోవుతోనే ఇతర నక్షత్రాలనుకూడా చూస్తున్నాం. ఈ నక్షత్రాలలో కొన్ని ఉన్నట్టుండి అనేకరెట్లు ప్రకాశవంత మవుతాయి. ఒకే రాత్రి ఒక గంట వ్యత్యాసంలో రెండు నక్షత్రాల ప్రకాశం విజృంభించిందనుకుందాం. ఈ రెంటి విజృంభణకూ మధ్యగల కాల

దూరమూ, కాలమూ

వ్యవధి పరిశీలకులమైన మన దృష్టిలో ఒక గంటే కావచ్చు. కాని ఆ రెండు సంఘటనలకూ వాస్తవంగా అనేక ఏళ్లు తేడా ఉండవచ్చు.

ఐన్‌స్టయిన్ ప్రతిపాదించిన సాపేక్ష సిద్ధాంతం అతి విస్తృతమైనది. అది అనేక కొత్త పరిశీలనలకూ, పరిశోధనలకూ ధారి తీయటమే గాక, అనేక యితర సిద్ధాంతాలను పరస్పరం సమన్వయించటానికికూడా రాచబాటగా ఉపయోగపడింది. వైజ్ఞానిక శక కర్తలలో న్యూటన్ తరవాత, యీ యుగానికి ఐన్‌స్టయిన్ అనటానికి సందేహంలేదు.



